UEBER

DIE ENDIGUNGSWEISE DER NERVEN

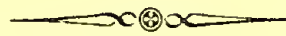
IN DEN MUSKELN,

NACH EIGENEN UNTERSUCHUNGEN,

VON

DR. FRIEDRICH CARL EMMERT,

PRIVATDOCENTEN AN DER HOCHSCHULE IN BERN.



MIT ZWEI LITHOGRAPHIRTEN ABBILDUNGEN.

BERN, 1836.

VERLAG VON C. A. JENNI, SOHN.

Vaga experientia et se tantum sequens mera palpatio est.

BACON Nov. ORG. I. APH. 100. 82.

SEINEM VEREHRTEN KLINISCHEN LEHRER,

DEM HERRN

DR. EDUARD FUETER,

ausserordentlichem Professor der Medicin und Vorsteher der poliklinischen Anstalt an der Hochschule zu Bern,

WIDMET DIESE BLÄTTER IN DANKBARER ERINNERUNG

DER VERFASSER.

VORWORT.

Folgende Abhandlung enthält die Resultate einer Reihe von Untersuchungen, welche ich letztes Frühjahr zur Erforschung der Endigungsweise der Nerven unternahm. Ich freue mich, über diesen schon so lange gesuchten Gegenstand der mikroskopischen Anatomie nicht bloss negative, sondern positive Resultate angeben zu können. Aus dem beschriebenen Verlaufe meiner Untersuchungen wird man ersehen, dass es nicht bloss ein glücklicher Zufall war, welchem ich die Auffindung der Endigungsweise der Nerven verdanke, sondern dass ich erst durch viele, nach einem bestimmten Plane angestellte Untersuchungen dazu gelangt bin. Freilich bezieht sich meine Entdeckung der Endigungsweise der Nerven vor der Hand nur noch auf die in den Muskeln sich verbreitenden Nerven, aber bald hoffe ich, durch fortgesetzte Beobachtungen dieselbe erweitern zu können. Wer sich nur wenig mit der mikroskopischen Untersuchung der feineren Verzweigung der Nerven beschäftiget hat, wird sich nicht wundern, dass dieses peripherische Verhalten der Primitivfasern der Nerven so lange vergeblich gesucht wurde, denn diese Untersuchungen gehören zu den schwierigsten, und ihr Gelingen konnte nicht bloss abhängen von dem guten Willen und der Geschicklichkeit des Beobachters, sondern es setzte auch eine grössere Vollkommenheit der optischen Instrumente voraus.

Nachdem bereits schon meine hinten beigegebenen Abbildungen lithographirt, und die folgende Abhandlung im Manuscripte ganz, im Drucke bis auf den dritten Abschnitt vollendet war, erhielt ich das zweite Heft des Müller'schen Archives für Anatomie und Physiologie dieses Jahres, und fand darin im Jahresberichte dieses Heftes, Seite 15, zu meinem grossen Vergnügen folgende auf die Endigungsweise der Nerven Bezug habende Stelle, welche ich hier mit den Worten J. Müller's mittheile: «Ein Gegenstand der mikroskopischen Neurologie, in welchem noch viel zu leisten ist, ist die Endigung der Nerven und der Ursprung ihrer Wurzeln. *Valentin* hat das Verhalten der primitiven Nervenfasern in den Muskeln untersucht. Aus den feinsten Zweigen der Nerven und aus dem hier entstehenden Plexus der kleinsten Bündelchen treten einzelne Primitivfasern

hervor, die sich wirklich schlingenförmig verbinden. Ein Verschmelzen der Nervenfasern mit dem Gewebe konnte *Valentin* nie beobachten. *Schwann* hat über denselben Gegenstand viele Beobachtungen angestellt. In dem Netzwerk der Nervenbündel tauschen sich die Nervenbündel so vielfach aus, dass es ungemein schwer, wenn überhaupt möglich ist, das letzte Schicksal einer einzelnen Faser zu verfolgen. Einmal wurde folgendes Verhalten beobachtet: Ein Nervenbündelchen von nur einigen Fasern lief quer über ein Muskelbündel. Davon lief zuerst eine primitive Nervenfaser unter einem rechten Winkel ab, zwischen zwei dünnste Muskelbündel, dann lief eine zweite ab, ebenfalls unter rechtem Winkel zwischen das vorige zweite und ein daneben liegendes drittes Muskelbündel; eine dritte Faser lenkte zwischen dem dritten und vierten Muskelbündel ab, und nur die eine übrig bleibende vierte Nervenfaser verband sich mit anderen Nervenbündeln. Jene einzelnen Fasern nun liefen parallel mit den Muskelbündeln eine Strecke weit, und verschwanden, ohne dass sich entscheiden liess, was aus ihnen wurde. Es wäre möglich, dass sie sich in viel feinere Fäden theilen, die sich unter einander netzförmig verbinden.»

Bis zu dem Augenblicke, in welchem ich dieses niederschreibe, kenne ich *Valentins* Beobachtungen über das Verhalten der primitiven Nervenfasern in den Muskeln nur aus der so eben mitgetheilten Stelle des Müller'schen Archives; ich kann daher noch nicht bestimmen, in wiefern dieselben mit meinen Beobachtungen übereinstimmen; dass ich die gefundene Endigungsweise der Nerven gerade keine schlingenförmige nenne, ist in der nachstehenden Abhandlung mit Angabe der Gründe auseinandergesetzt. Sollte sich übrigens in anderen Punkten eine Uebereinstimmung von *Valentins* Beobachtungen mit den meinigen herausstellen, was ich erst nachzusehen habe, so würde dieses für diesen so wichtigen Gegenstand der mikroskopischen Nervenlehre ein ungemeiner Vortheil sein, indem das Zusammentreffen zweier verschiedener Beobachter in ganz unabhängig von einander gemachten Untersuchungen über denselben Gegenstand dem Gefundenen einen höheren Grad von Glaubwürdigkeit verschaffen würde.

Schwanns Beobachtungen liefern ein nur unbestimmtes Resultat, daher können wir nicht viel darüber bemerken.

Schliesslich sage ich dem würdigen Herrn Professor *Trechsel* für die gütige Mittheilung des zusammengesetzten Mikroskopes aus dem hiesigen physikalischen Kabinete, mit welchem ich einen grossen Theil meiner Untersuchungen anstellte, hiemit öffentlich meinen Dank.

Bern, im Juni 1836.

DR. F. C. EMMERT.

I.

VERSCHIEDENE ANSICHTEN UND BEOBACHTUNGEN UEBER DIE ENDIGUNGSWEISE DER NERVEN.

Das Vorhandensein von Nervenmasse in den feinsten Theilen des menschlichen Körpers beurkundet sich hinlänglich durch den Einfluss des Nervensystems auf die verschiedenen, daselbst vorgehenden organischen Prozesse, durch die bald grössere, bald geringere Empfindlichkeit der einzelnen Körpertheile, und durch das Eintreten von Nervenzweigen in dieselben gleich den Blutgefässen. Ueber diesen Punkt konnte man daher nie im Zweifel stehen.

Eine andere Frage ist aber die, wie verhält sich in anatomischer Beziehung die Nervenmasse in diesen feinsten Theilen? oder wie endigen die in dieselben eintretenden feineren Nervenzweige? Darüber herrschen bis auf den heutigen Tag verschiedene Meinungen.

Haller (1) bemerkt in Bezug auf die Enden der Nerven: »Fines adeo nervorum sunt ubique in minimis surculis, in quos nervi subinde divisi denique evanescunt. Non valde facile est, de his finibus pronunciare, cum præ parvitate oculos fugiant, neque ullo artificio grandescant.«

Bichat (2) sagt: »Es ist unbekannt, wie jeder Nervenfaden sich an seinem Ende verhält; entblösst er sich von seinem Neurilema? durchdringet bloss das Mark das Innere der Fasern? Bei dem Gesichtsnerven ist diese letztere Disposition in die Augen fallend.«

In ähnlichem Sinne äussert sich auch der berühmte deutsche Anatom *E. H. Weber* (3), indem er sagt: »Es wäre zwar ganz vorzüglich wichtig, den Anfang, den Verlauf und das Ende der allerkleinsten oder primitiven Nervenfäden zu kennen. Allein die Untersuchung derselben, die nur

(1) Elementa Physiologiae. Lausannae 1762. T. IV., p. 199.
(2) Allgemeine Anatomie, a. d. Franz. übersetzt und mit Anmerkungen versehen von H. Pfaff. Leipzig, 1802. I. Bd. S. 210.
(3) Hildebrandt's Handbuch der Anatomie des Menschen, herausgegeb. von E. H. Weber. Braunschweig 1830. I. Bd. S. 275.

mittelst des Mikroskops unternommen werden kann, ist so schwierig, dass wir in dieser Hinsicht fast gar nichts wissen;« und in der trefflichen Physiologie von *J. Müller* (4) liest man: »Wie sich die Enden der Nerven verhalten, ist noch ganz unbekannt.«

Es hat zwar wohl zu verschiedenen Zeiten über das Verhalten der feinsten Nervenfäden in den Geweben verschiedene Ansichten gegeben, allein diese Ansichten stützen sich nicht auf hinlänglich genaue Beobachtungen, und können daher auch nicht als bestimmte Thatsachen betrachtet werden.

Prochaska (5) meinte, dass die Enden der Nerven mit der Substanz der Organe verschmolzen werden.

Nach *Rudolphi* (6) hingegen verliert sich kein Nerve in einem Gefäss, in einer Drüse, oder in einer Muskelfaser, noch weniger scheint er mit einem freien Ende aufzuhören. Ueberall umschlingen die Nerven nur die Gefässe, und ebenso umfassen sie im Muskel dessen grössere und kleinere Faserbündel und bilden um jedes derselben ein Netz oder eine Schlinge. Um sich davon zu überzeugen räth Rudolphi, eine grössere Thierzunge, z. B. die eines Pferdes, zu präpariren.

Dagegen lässt sich einwenden, dass diese Schlingen, welche Rudolphi auf genannte Weise beobachtet hat, keineswegs als die letzten Endigungen der Nerven, sondern nur als kleinere Nervenbündel zu betrachten sind, denn die einzelnen Primitivfasern der Nervenbündel, in welche dieselben am Ende auslaufen, sind viel zu fein und zu klein, als dass sie auf diese Weise präparirt, oder auf irgend eine andere Weise mit dem Messer verfolgt werden könnten, diese Primitivfasern lassen sich nur mittelst des Mikroskops an durchsichtigen Theilen untersuchen, und was Rudolphi gesehen hat, kann daher nur von kleineren Nervenbündeln, aber nicht von einzelnen Primitivfasern gelten.

Mikroskopische Beobachtungen über die Endigungsweise der Nerven in muskulosen Theilen haben *Prevost* und *Dumas* (7) gemacht. Die Resultate ihrer Beobachtungen sind folgende: »A mesure que le nerf arrive ainsi à ses dernières ramifications, il s'élargit, et ses fibres secondaires se séparent, s'étalent précisément comme dans le cas où il a été dépouillé de son névrilème. Ce petit tronc nerveux offre alors l'aspect d'une nappe fibreuse, dont on voit se séparer de temps à autre quelques filets qui se jettent dans le muscle perpendiculairement à ses propres fibres. Tantôt ce sont deux troncs nerveux parallèles aux fibres du muscle, qui cheminent à quelque distance l'un de l'autre, et se transportent mutuellement de petits filets qu'on voit passer au travers de l'espace musculaire qui les sépare, en le coupant à angle droit. Tantôt le tronc nerveux est déjà lui-même perpendiculaire aux fibres du muscle, et les filets qu'il fournit s'épanouissent en conservant cette direction, parcourent l'organe, et reviennent sur eux-mêmes en forme d'anse. Les dernières ramifications nerveuses se dirigent parallèlement entre elles et perpendiculairement aux fibres du muscle, et retournent dans le tronc, qui les a fournies, ou bien qu'elles vont s'anastomoser dans un tronc voisin. Dans tous les cas, il paraît bien certain qu'elles n'ont pas de terminaison, et que leurs rapports sont les mêmes que ceux des vaisseaux sanguins.«

---

(4) Handbuch der Physiologie des Menschen. Coblenz 1833. I. Bd., 2. Abtheil., S. 588.
(5) Physiologie des Menschen. Wien 1820. §. 71, S. 82.
(6) Grundriss der Physiologie. Berlin 1821. I. Bd. §. 104, S. 95.
(7) Journal de Physiologie expérimentale et pathologique, par F. Magendie. Paris 1823. Tom. III., p. 320.

Gegen diese Beobachtungen von Prevost und Dumas kann man mit Recht desshalb einiges Misstrauen hegen, weil ihre Beschreibung von der Beschaffenheit der Primitivfasern der Nerven von derjenigen anderer Beobachter sehr abweicht. Sie lassen nämlich dieselben, so wie sie *Fontana* beschreibt, aus vier Elementarfäden bestehen, welche in einer Fläche neben einander liegen, daher das Aussehen von Bändern (l'aspect de rubans) geben; die einzelnen Fäden selbst sollen aus aneinander gereihten Kügelchen bestehen. Was von den von ihnen beobachteten Schlingen zu halten ist, welche sich auf den Muskelfiebern bilden, und dann wieder in sich selbst zurückkehren sollen, wird sich später ergeben. Die Verbindungen der einzelnen Fäden unter einander vergleichen sie mit denen der Gefässe. Einiger Verdacht gegen die Richtigkeit dieser Beobachtungen wird auch noch dadurch begründet, dass dieselben die Art ihrer Untersuchungsmethode nicht gehörig genau auseinandersetzen, indem sie bloss angeben, dass die dünnen Muskeln von Fröschen zu ihren Untersuchungen gebraucht wurden; nun ist es aber bis jetzt noch keinem Beobachter gelungen, auch wenn er die gleichen Mittel zur Untersuchung anwandte, die von ihnen gemachten Beobachtungen zu bestätigen.

Bei den in den neueren Zeiten so vielfach über die Entzündung angestellten mikroskopischen Beobachtungen an durchsichtigen Theilen lebender Thiere von *Hastings*, *Burdach*, *Oestreicher*, *Kaltenbrunner*, *Gendrin*, *Wedemeyer*, *Baumgärtner*, *Koch* und mir wäre vielleicht am ehesten zu erwarten gewesen, dass auch in Bezug auf die Endigungsweise der Nerven etwas entdeckt werden würde, allein keiner der genannten Beobachter hat in dieser Beziehung etwas geleistet; die meisten übergehen diesen Punkt mit Stillschweigen, die wenigsten thun seiner nur auf negative Weise Erwähnung.

Kaltenbrunner (8) äussert darüber: »De nervis, in quantum ad circulationis organa pertinent, nil vidi, nec scio.« Ebenso ist es auch mir ergangen (9), obschon ich mir sehr viel Mühe gegeben habe, bei Beobachtung der Entzündungserscheinungen an durchsichtigen Theilen, namentlich an der Schwimmhaut von Fröschen, die Endigungsweise der in das Gewebe eintretenden Nervenzweige zu erforschen. Die Schwierigkeit der Untersuchung lag vorzüglich darin, dass die feineren Nervenbündelchen sich nicht auf wahrnehmbare Weise von dem sie umgebenden Schleimgewebe unterscheiden, ihre Farbe hat nichts Besonderes auszeichnendes, indem sie beinahe farblos sind. Die feinsten Capillargefässe an und für sich sind ebenfalls sehr schwer zu erkennen, wenn die Blutkügelchen in ihnen nicht angehäuft sind und stille stehen. Man erkennt diese feinste Klasse von Gefässen deutlich eigentlich nur durch den in ihnen sichtbaren Blutstrom, indem die nach gewissen Richtungen hin stattfindenden Bewegungen der Blutkügelchen zugleich den Verlauf der Gefässchen, in welchen sie enthalten sind, andeuten. Betrachtet man die Schwimmhaut eines Frosches, worin nur in sehr wenigen Capillargefässen der Kreislauf des Blutes von statten geht, was sehr häufig der Fall ist, so bemerkt man in derselben nur eine sehr geringe Menge von Capillargefässen. Tritt aber der Kreislauf nach einiger Zeit immer mehr und mehr in Thätigkeit, so mehrt sich gleichzeitig auch die Menge der Gefässe, und wo früher kaum einige wenige Gefässe sichtbar waren, da erscheint nun nach und nach ein dicht gedrängtes Gefässnetz. Hiezu kommt noch, dass die

---

(8) Experimenta circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione. Monachii 1826. p. 35.

(9) C. Emmert, observationes quaedam microscopicae in partibus animalium pellucidis institutae de inflammatione. Diss. inaug. Berol. 1835.

Capillargefässe je nach der grössern oder geringern Menge von Blutkügelchen, die sie enthalten, auch mehr oder weniger gefärbt erscheinen, gelblich, gelbröthlich, oder roth. Aller solcher unterscheidenden Merkmale entbehren nun die Primitivfasern der Nerven, in ihnen finden keine sichtbaren Bewegungen statt, auch zeichnen sie sich durchaus durch keine besondere Farbe aus. Man darf sich daher nicht so sehr wundern, dass die Untersuchungen in Bezug auf die Beschaffenheit der Gefässendigungen grösstentheils zu Ende geführt wurden, bevor man nur ernstlich an die Untersuchung der Nervenendigungen übergieng. Bei einer solchen feinen Beschaffenheit der Primitivfasern der Nerven zweifelten Viele an einer je möglichen Auffindung der Nervenendigungen, und gaben daher schon von vorne herein jeden Versuch zu einer solchen Auffindung auf, nur von einem glücklichen Zufall versprach man sich vielleicht noch etwas Erspriessliches.

Nicht überall verhält es sich übrigens mit der Untersuchung der Nervenendigungen so schwierig. Deutlich z. B. liegen dieselben, wie schon längst bekannt, in einigen Sinnesnerven vor Augen; doch sind erst in neuerer Zeit über diese genauere Beobachtungen angestellt worden. Besonders gehören hieher Untersuchungen über die Netzhaut des Auges.

Sehr verdienstvolle Beobachtungen in dieser Beziehung hat *Arnold* (10) angestellt. Er untersuchte die Netzhaut aus dem Auge des Menschen auf sehr verschiedene Weise, theils im frischen Zustande, theils nachdem dieselbe einige Zeit in Weingeist, Säuren und Sublimatauflösung gelegen hatte. Niemals konnte er dabei Fasern in der Netzhaut entdecken, wie sie gewisse Anatomen gesehen haben wollen (11). Die Retina besteht nach ihm aus zahlreichen Kügelchen, die dicht neben und über einander liegen, ohne sich zu Fasern an einander zu reihen. Weder in der Nähe der Eintrittsstelle des Sehnerven, noch in der Mitte, noch am Ciliartheil der Markhaut konnte er eine gewisse Regelmässigkeit in der Anordnung der Nervenkügelchen erkennen, sondern an allen Punkten der Netzhaut lagen die Kügelchen ungeregelt auf und neben einander. Die kleinen Kügelchen scheinen durch ein sehr zartes Zellgewebe unterstützt und mit einander verbunden zu werden.

Diesen Beobachtungen zufolge würde also das im Sehnerven enthaltene Nervenmark aus demselben frei heraustreten, und sich in Form von Kügelchen in einem feinen, zarten Zellgewebe ohne weitere Anordnung verbreiten.

Auch *R. Wagner* (12) hat die Retina in sehr verschiedenen Augen, beim Menschen und bei Säugethieren untersucht, und glaubt mit Arnold übereinstimmen zu können. Am besten fand er das Kaninchenauge geeignet, um ein Bild von der Struktur der Netzhaut zu erlangen. Die Kügelchen scheinen ihm wirklich in Zellen des Zellgewebes zu liegen, indem sie von eckigen und kreisförmigen Linien umgeben scheinen. In Bezug auf die Struktur der zellgewebigen Grundlage bemerkt er, dass dieselbe oft ein faseriges oder streifiges Gefüge zeige. Das Ansehen dieser faserigen Lage vergleicht er mit der Linienzeichnung auf der Volarseite der Fingerspitzen. Diese Fasern scheinen immer getrennt zu verlaufen, und sich nie zu vereinigen.

---

(10) Anatomische und physiologische Untersuchungen über das Auge des Menschen. Heidelberg und Leipzig. 1832. p. 93.

(11) *Darwin* z. B. wollte eine faserige Struktur der Netzhaut des Auges beobachtet haben. Zoonomie oder Gesetze des organischen Lebens; a. d. Engl. von Dr. Brandis. Hannover 1795. Thl. I., S. 25.

(12) Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft, von C. F. Burdach. Leipzig 1835. V. Bd., S. 140, §. 805.

Nach *Ehrenberg* (13) dagegen sind es nicht die in dem genannten Zellgewebe liegenden Körner, welche die Nervenhaut des Auges darstellen, sondern vielmehr die von Arnold und R. Wagner für ein verbindendes Zellgewebe angesehene hinter dieser Körnerschicht gelegene sogenannte seröse Haut. Die Kügelchen der Retina, sowie auch an andern ähnlichen Hirnendigungen, hält dann Ehrenberg für Partikelchen aus den Gefässen, welche vielleicht geradezu frei gewordene Kerne von Blutkügelchen sein können, indem die Grösse derselben in einem festen Verhältnisse zur Grösse der Blutkügelchen eines und desselben Individuums stehe. Bei Salamandern, Fröschen und Kröten fand er diese Körner grösser als bei den übrigen Wirbelthieren und beim Menschen. Diesen Beobachtungen gerade entgegengesetzt sind die von *R. Wagner*, er findet die Körner der Retina bei Fröschen weit kleiner als bei Säugethieren, und bei Säugethieren und Fröschen auch keineswegs den Kernen der Blutkörperchen dieser Thiere entsprechend. Bei Säugethieren findet er die Körner der Retina im Allgemeinen entschieden grösser, sogar beträchtlicher als die ganzen Blutkörperchen, denn beim Kaninchen und beim Ochsen fand er die Körner der Retina im Allgemeinen um $\frac{1}{4}$ grösser als ihre Blutkörnchen; umgekehrt dagegen verhält es sich beim Frosch, wo die Körnchen der Retina beträchtlich kleiner sind, als die Kerne der Blutkörperchen.

Bei so bewandten Umständen ist nun die Endigungsweise des Sehnerven, über welche man eine Zeitlang in's Reine gekommen zu sein schien, wieder zweifelhaft geworden, und keines Nerven Ende ist bis gegenwärtig mit Bestimmtheit nachgewiesen, denn nur fernere genaue Beobachtungen können über die eben angeführten verschiedenen Ansichten entscheiden; indem wirklich auch die über der Körnerschicht gelegene faserige Schichte die Nervenmasse der Netzhaut repräsentiren könnte.

R. Wagner (14) hat auch in andern Theilen über die Endigungsweise der Nerven Untersuchungen angestellt, wobei er Folgendes gefunden hat. In der Lunge und an den Bauchmuskeln des Frosches sah er, wie die Nervenbündel in ihren Verzweigungen immer feiner werden, und ein Faden zuletzt nur zwei Nervenröhrchen noch enthält; auch diese liefen nun gabelförmig aus einander, und wurden dann zuletzt immer blasser, die begränzenden doppelten Linien verloren sich, und der Nerve schien mit dem Parenchym zu verschmelzen; nur einmal glaubte er eine schlingenförmige Verbindung zweier einfacher Nervenröhren wahrzunehmen. Noch besser fand er zu dieser Beobachtung die zarten Brust- und Bauchmuskeln junger Eidechsen geeignet; auch hier bemerkte er stets unter dem Mikroskop, dass zuletzt ein Nervenfaden nur aus zwei Röhren bestand, welche divergirend aus einander traten und zuletzt ihr Neurilem abzulegen schienen, indem sie weniger deutlich und begränzt am Ende nicht mehr zu verfolgen waren und wirklich mit der Substanz zu verschmelzen schienen, niemals sah er sie hier Schlingen bilden.

Dieses sind nun die verschiedenen Meinungen und Beobachtungen über die Endigungsweise der Nerven, welche mir vorlagen, als ich eine Reihe eigener Untersuchungen über diesen so schwierigen Gegenstand der mikroskopischen Anatomie in diesem Frühjahr unternahm. Untersuchungen der Art schienen mir bei dem gegenwärtigen Stande der Nervenphysiologie eines der dringendsten Bedürfnisse; an Anregung dazu konnte es daher nicht fehlen, zumal da in der jüngsten Zeit die schönen

---

(13) C. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1833. Bd. XXVIII., S. 457.
(14) l. c. pag. 144.

Entdeckungen von Ehrenberg in Bezug auf die Strukturverhältnisse des Nervensystems überhaupt solchen Untersuchungen ein weites Feld eröffnet haben, welches nun allgemein mit besonderem Eifer bearbeitet zu werden scheint.

Bemerken muss ich hier noch, in Bezug auf meine Ansicht von der Endigungsweise der Nerven vor diesen Untersuchungen, dass ich mir eine solche nach den Resultaten der Beobachtungen von Arnold über die Struktur der Netzhaut gebildet hatte, ich glaubte nämlich, dass die Nerven auch in andern Theilen, an ihrem Ende zuletzt ihre häutigen Umhüllungen ablegen, und das Nervenmark sich nun in Form von Kügelchen in dem Schleimgewebe verbreite.

II.

EIGENE UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE ENDIGUNGSWEISE DER NERVEN.



Da ich, wie bereits oben bemerkt worden ist, schon früher eine Reihe vergeblicher Versuche über diesen Gegenstand angestellt habe, stand ich diesmal bei diesem zweiten Unternehmen der Sache etwas näher, indem ich wenigstens wusste, in welchen Theilen und wie ich das Gesuchte nicht finden werde. Ich war daher genöthigt, andere Wege als die früheren einzuschlagen.

Das Erste was mir in dieser Beziehung zu thun nöthig schien, war, mir ein genaues Bild von dem Aussehen und der Beschaffenheit der Primitivfasern der Nerven zu verschaffen, um dieselben auch an andern Orten, als gerade in den Nerven, leichter wieder zu erkennen. Zu dem Ende verglich ich dieselben auch mit andern Gewebetheilen, als mit Blutkügelchen, mit Blutgefässen, mit Muskelfasern und mit Zellgewebfasern, und lernte sie von diesen unterscheiden.

Die Nerven untersuchte ich vorzüglich beim Menschen, beim Kaninchen, bei Vögeln und bei Fröschen, je nachdem sich Gelegenheit dazu darbot; auch die verschiedenen Hirntheile und das Rückenmark wurden öfters von mir untersucht. Die genannten Theile befanden sich theils im frischen Zustande, theils hatten sie schon seit einiger Zeit in Weingeist gelegen. Das beste Aussehen gewährten aber immer die ganz frischen Theile.

Von den Strukturverhältnissen des Gehirns und Rückenmarks konnte ich mir bis jetzt trotz zahlreicher Untersuchungen doch noch kein ganz deutliches Bild verschaffen. Die varicosen Fasern von Ehrenberg lassen sich zwar leicht finden, allein ich muss gestehen, dass ich mich nicht überzeugen konnte, dass der grösste Theil des Rückenmarks und des Gehirns aus solchen varicosen Fasern bestehe. Es kommen noch mehrere andere Elementarformen in diesen Theilen vor.

Bringt man mittelst eines feinen Messerchens eine sehr dünne Schichte frischen Rückenmarks auf den Objektträger, so sieht man ausser solchen varicosen Fasern noch eine bald grössere, bald

geringere Menge von Kugeln eines verschiedenen Durchmessers; es sieht wenigstens so aus, denn bekanntlich ist es oft ungemein schwierig, ja fast unmöglich, blosse Oeffnungen im Gewebe von hellen, durchsichtigen, kugelförmigen Körpern zu unterscheiden; nur durch verschiedene Manöver mit dem Reflectionsspiegel und der dadurch bedingten verschiedenen Interferenz des Lichtes gelingt es zuweilen, sich von der wahren Beschaffenheit dieser fraglichen Gegenstände zu überzeugen. Um hierüber besser in's Reine zu kommen, bediente ich mich noch eines andern Verfahrens, welches ich überhaupt seither bei meinen mikroskopischen Untersuchungen immer anwandte, und das ich ungemein zweckmässig finde. Es beruht nämlich darauf, dass man den zu untersuchenden Gegenstand, wenn derselbe eine weiche Beschaffenheit hat, während man ihn durch das Mikroskop betrachtet, mit einem feinen Instrumente berührt, drückt, zerrt, oder auf irgend eine Weise in Bewegung setzt. Gewöhnlich bediene ich mich dazu einer feinen englischen Nähnadel, deren Spitze ich auf das Objekt bringe. Natürlich gehört dazu eine grosse Stätigkeit der Hand, welche man sich durch Uebung verschaffen muss; kann man diese nicht erlangen, so lasse man sich an das Mikroskop eine kleine Vorrichtung anbringen, vermittelst welcher man die Nadel durch Schrauben nach verschiedenen Richtungen hin bewegen kann.

Auf solche Weise habe ich nun die Rückenmarksmasse vielfältig untersucht, und mich überzeugt, dass die in derselben vorkommenden bald grössern, bald kleinern Kugeln (ich rede nicht von den kleinsten Körnchen in derselben) dem grössten Theile nach nur Löcher in dem Gewebe sind, denn brachte ich mit dieser Masse eine Nadel in Berührung, und bewegte jene mit dieser, so verschwanden diese Kugeln alsobald, und vor meinem Auge bildeten sich neue von verschiedener Grösse, welche ganz das Aussehen der früheren hatten. Man sah deutlich, wie sie sich durch das Auseinandertreten der weichen, breiartigen Masse bildeten. Die gleichen Erscheinungen kann man auch mit jeder andern ölartigen Masse, welche man auf einem Glasplättchen ausbreitet, hervorbringen. Hiermit will ich nun aber keineswegs das Vorkommen wirklicher kugelförmiger Körper im Rückenmark ganz in Abrede stellen, nur so viel ist gewiss, dass der *grösste Theil* dieser Kugeln auf Löchern beruht.

Ausserdem nimmt man in der Hirn- und Rückenmarkssubstanz auch noch eine Masse wahr, welche aus ganz feinen Körnern von ziemlich gleicher Grösse besteht; eine besondere Anordnung derselben konnte ich nicht wahrnehmen, öfters schienen sie linienförmig an einander gereiht, nicht durch feine Fäden mit einander verbunden. Ob diese Körner als Elementarformen in den genannten Theilen enthalten sind, oder ob sie sich erst nach dem Tode vielleicht durch Gerinnung einer flüssigen Substanz bilden, möchte ich nicht entscheiden.

Kürzlich habe ich in dem Rückenmark eines Kaninchens noch ein ganz eigenes Verhalten der Markmasse beobachtet, welches ich auf Tafel II, Figur 15 abgebildet habe. Ich fand nämlich in dem obern Theile des Rückenmarks unterhalb der Medulla oblongata in den hinteren oberflächlichen Rückenmarkslagen, eigene kolbenförmige Körper, welche neben einander und auf einander der Länge nach im Rückenmarke lagen, an einem Ende sind sie kolbenförmig angeschwollen und von einer bogenförmigen Linie begränzt, am andern Ende gehen sie in Fasern über. Diese kolbenförmigen Anschwellungen sind nicht alle von gleicher Grösse, die sie begränzenden Linien sind bald mehr, bald weniger von einander entfernt. Es wäre vielleicht auch möglich, dass die den Kolben einschliessenden Linien von feinen Fasern herrühren, welche sich durch länglichte Bogen mit einander verbinden, doch scheinen mir dazu die Linien wieder etwas zu dünn.

Die Primitivfasern der Nerven untersuchte ich auf sehr verschiedene Weise und in verschiedenen Nerven; ich wählte dazu vorzüglich die hinteren und vorderen Rückenmarkswurzeln von Kaninchen, und den Nervus ischiadicus von Fröschen. Legte ich ein Stück von dem Nervus ischiadicus eines Frosches in ein Uhrgläschen, und goss dann einige Tropfen Salzsäure hinzu, so erlitt der Nerve an verschiedenen Stellen starke Einschnürungen (Tafel II, Figur 13), so dass derselbe wie aus verschiedenen Stücken zusammengesetzt oder gegliedert erschien, an den Enden des Nervenstückes wurde das Nervenmark durch diese Einschnürungen aus demselben herausgepresst. Es geht daraus hervor, dass die Nervenscheiden stellenweise stärkere kreisförmige Fasern enthalten, welche sich nach Reizungen stärkerer Art zusammenziehen, und so die in ihrem Innern enthaltenen Nervenfasern einschnüren können. Ich führe diese zufällig bei Untersuchung der Nerven von mir gemachte Beobachtung an, indem es möglich ist, dass auch bei lebenden Menschen nach Reizungen, z. B. rheumatischer Art, solche Einschnürungen der Nerven entstehen, und daherige Lähmungen durch Aufhebung der Leitung des Nervenprincips in denselben zur Folge haben können.

Bei Untersuchung der Primitivfasern in den vordern und hintern Rückenmarkswurzeln, fand ich deutlich einen Unterschied der Fasern in Bezug auf ihre Grösse; kleinere Fasern fand ich in den hintern Rückenmarkswurzeln, grössere in den vordern, überhaupt enthalten die vorderen die grössesten, welche man nur irgendwo finden kann. In den Nerven, welche ich untersuchte, namentlich in dem Ischiadicus, sind diese beiden Arten von Fasern enthalten. Am besten lassen sich daher die Primitivfasern der Nerven in den vordern Wurzeln untersuchen. Ich fand sie hier etwa von dem Durchmesser des Kernes eines Froschblutkügelchens, eher grösser als kleiner. Daraus lässt sich auch ihr Grössenverhältniss zu dem der Capillargefässe entnehmen. Betrachtet man eine einzelne Primitivfaser auf einem Glasplättchen, so erscheint dieselbe beinahe ganz durchsichtig und farblos, sie ist von zwei scharfen, schwärzlichen Linien begränzt, und nach ihrem Schatten zu urtheilen cylindrisch. Um ihre weitere Beschaffenheit zu untersuchen, bediente ich mich des oben angegebenen Verfahrens mit der Nähnadel. Berührte ich mit derselben leise die Nervenfaser, so wurde sie platt gedrückt, nach Entfernung des Druckes erhob sie sich wieder, was mir ihre cylindrische Form deutlich zeigte. Wurde mit der Nadel die Faser zerrissen, so trat aus dem Innern derselben eine dickflüssige, fast durchsichtige Masse hervor, welche sich an der offenen Mündung der Faser in Form eines Klümpchens (Taf. II, Fig. 1) absetzte. Dieses Klümpchen hat bald eine mehr kugelförmige Gestalt, bald ist es etwas zugespitzt, wie es *Ehrenberg* abgebildet hat [15]. Nach Entfernung dieses Klümpchens erschien die Faser an ihrem geöffneten Ende, aus welchem der Inhalt herausgetreten war, wie ein zusammengefallenes Schläuchchen. — Diesem nach bestehen also die Nervenfasern aus einer häutigen Röhre und einer in derselben enthaltenen fast durchsichtigen, dickflüssigen Masse, und stellen daher mehr mit Nervenmark gefüllte Schläuchchen, als solide aus einer Masse bestehende Fasern dar. Für diese angegebene Beschaffenheit der Nervenfasern sprechen auch noch folgende an denselben gemachte Beobachtungen. Oefters nämlich beobachtete ich eine solche Nervenfaser auf einem Glasplättchen, während dem ich dieselbe eintrocknen liess, und da konnte ich einige Male bemerken, dass die in derselben

---

(15) l. c. Tab. VI, Fig. 4.

enthaltene Masse etwas undurchsichtiger gelblich wurde und sich zusammenzog, so dass in dem Schläuchchen helle, leere Stellen und undurchsichtige, gelbliche Partien sich bildeten; die hellen, wie es schien leeren Stellen waren immer noch wie die anderen von den schwarzen Seitenlinien begränzt (Taf. II, Fig. 2). Hie und da fand ich das Nervenschläuchchen an denjenigen Stellen, an welchen das Nervenmark fehlte, etwas zusammengefallen und verengert (Taf. II, Fig. 4). Zuweilen sah ich übrigens solche verengerte Stellen auch an fast ganz durchsichtigen und hellen Nervenschläuchen, doch schienen mir dieselben, verglichen mit dem übrigen Theil des Nervenschläuchchens, immer noch durchsichtiger und heller, so dass mir das Nervenmark hier ebenfalls zu fehlen schien (Taf. II, Fig. 3). Man kann das in dem Schläuchchen enthaltene zusammenhängende Mark auch künstlich oft dadurch trennen, dass man die Nervenfaser gelinde mit einer Nadel platt drückt, das Nervenmark weicht dann zu beiden Seiten der Nadel zurück und lässt eine leere Stelle zwischen sich, öfters aber fliesst es nachher auch wieder zusammen.

Von Zellgewebfasern unterscheidet man die Nervenfasern mit Leichtigkeit, denn jene sind viel dünner und haben nur eine einfache lineare Begränzung. Sie kommen öfters mit Nervenfasern gemischt zu Gesichte, wenn man diese in einem grössern Nerven, den man vorher mit einem schneidenden Instrumente getrennt und aus einander gespreizt hat, untersucht, weil das Zellgewebe der Nervenscheide dadurch mit getrennt und zum Theil in einzelne Fasern zerlegt wird.

Nach solchen vorläufigen Untersuchungen über die Primitivfasern der Nerven ging ich nun zu der Verfolgung derselben in die verschiedenen Gewebe über, um über ihre Endigungsweise in denselben Aufschluss zu erhalten. Ich untersuchte zu dem Ende verschiedene durchsichtige Theile an Fröschen, als ihre Schwimmhaut, ihr Mesenterium, ihre Lungen und ihre in der Fläche ausgebreiteten Muskeln. Viele Versuche der Art führten mich durchaus zu keinem Resultate. In der Schwimmhaut scheinen sich sehr wenige Nerven peripherisch zu verbreiten, auch sind die häufigen Färbungen derselben durch dunkle Flecken feineren Untersuchungen der Art hinderlich. Sehr durchsichtig ist wohl das Mesenterium, aber die Nervenfasern, wenigstens die sensiblen und motorischen, verbreiten sich weniger in diesem als erst in den Därmchen, zu welchen sie mit den Gefässen gehen, und diese eignen sich dann wegen ihrer geringeren Durchsichtigkeit wieder weniger zu Nachforschungen über die Nervenenden. In den Lungen ist die Anzahl der Capillargefässe und der in denselben enthaltenen Blutkügelchen so bedeutend, dass es ungemein schwierig ist, andere Gewebetheile einige Strecken weit in continuo zu verfolgen. Die beste Aussicht gewährten noch die platten Muskeln junger Frösche, namentlich die Bauchmuskeln derselben. Diese sind ziemlich durchsichtig, erhalten, wie die Muskeln überhaupt, eine nicht geringe Menge eigener Nerven, und die Primitivfasern der Muskelnerven gehören zu den Nervenfasern grösster Klasse, wie mich die Untersuchungen der vordern Rückenmarkswurzeln gelehrt hatten, daher richtete ich mein Augenmerk vorzüglich auf diese.

Von den Rückenmarksnerven gehen nach kurzen Zwischenräumen mehrere Nerven in diese Bauchmuskeln, welche parallel neben einander laufend nach auswärts vorwärts, und dann wieder nach einwärts gehen. Die grösseren Nervenstämme, welche diesen eben beschriebenen Verlauf nehmen, sieht man noch deutlich mit blossen Augen oder mit der Loupe; sie begleiten die grösseren Gefässstämme, welche ebenfalls quer durch die Bauchmuskeln gehen. Mit der Loupe kann man auch noch wahrnehmen, wie von diesen Nervenstämmen nach auf und nach abwärts Aeste abgehen,

die sich in dem Muskelgewebe verbreiten. Die weitere Verbreitung kann nun aber auf solchem Wege nicht mehr verfolgt werden, und man ist genöthigt, das Mikroskop zu Hülfe zu nehmen. Zu dem Ende brachte ich das auf einer Seite von einem Frosche abgeschnittene Stück seiner Bauchmuskeln, nachdem die äusseren seitlichen Theile seiner geraden Bauchmuskeln, so viel als möglich ohne die übrigen Muskeln zu verletzen, mit der Scheere entfernt worden waren, auf ein Glasplättchen, und spannte sie auf demselben aus. Um die Theile so frisch als möglich zu erhalten, mache ich diese Operation gewöhnlich an einem lebenden Frosche; unmittelbar nachdem das Stück ausgeschnitten worden ist, ziehen sich die Bauchmuskeln immer zusammen, verdicken sich dadurch und werden so undurchsichtiger, sie müssen daher, nachdem man sie auf ein Glasplättchen gebracht hat, vermittelst der Finger etwas aus einander gezogen und einige Zeit lang in diesem Zustande erhalten werden, bis die dem Glasplättchen zugewandte Fläche des Muskelstückes auf demselben angeklebt ist, und der Muskel nach Entfernung der ausspannenden Mittel sich nicht mehr zusammenzieht. Auf diese Weise erhält man, besonders wenn die dazu gebrauchten Frösche sehr jung sind, ein ziemlich durchsichtiges Präparat, welches sich zur mikroskopischen Beobachtung sehr gut eignet.

An solchen Präparaten habe ich nun die fernere Verbreitung der Nerven vielfältig beobachtet, und habe in Bezug auf die Nerven Manches gesehen, was mir bei meinen bisherigen Nachforschungen noch nicht vor Augen gekommen war. Ich erkannte in denselben deutlich den Verlauf der grösseren und kleineren Nervenbündel. Die ersteren sind meistens von Gefässen begleitet, so dass man hier den Unterschied zwischen beiden gehörig wahrnehmen und sich dadurch vor Täuschungen sichern kann. Verfolgt man nun ein solches grösseres Nervenbündel unter dem Mikroskop weiter, so kann man bald sehen, wie dasselbe sich vertheilt. Der ganze Stamm theilt sich entweder in gleiche Hälften, oder es gehen nur kleinere Bündel von ihm ab. Verfolgt man die kleineren Bündel weiter, so kann man auch diese sich theilen sehen, bis man zuletzt Nervenbündelchen von zwei bis drei Primitivfasern vor sich hat. Auch diese verfolgte ich noch weiter, allein nachdem die Primitivfasern sich so weit ausgebreitet hatten, dass sie nun einzeln neben einander verliefen, waren sie sehr schwer fernerhin zu beobachten und kaum von dem Muskelgewebe zu unterscheiden wegen ihrer Durchsichtigkeit und Farblosigkeit. So lange die Primitivfasern noch nahe neben einander und über einander liegen, unterscheiden sie sich deutlich als dunklere, gestreifte Strängchen von dem umgebenden Gewebe, allein dieses Kennzeichen verschwindet, sobald sich dieselben so ausbreiten, dass sie nun vereinzelt verlaufen, und es war mir trotz aller Anstrengung und Anwendung mikroskopischer Künste durchaus unmöglich, eine einzelne Primitivfaser mit Bestimmtheit eine grössere Strecke weit zu verfolgen, immer verschwand sie nach einer grösseren oder geringeren Länge Weges, indem sie sich gleichsam in dem Gewebe zu verlieren schien. Besonders schienen mir die verschiedenen Lagen von Muskelfasern über einander an der weiteren Verfolgung hinderlich; das Gewebe war nicht einfach und hell genug.

Nach vielen fruchtlosen Bemühungen der Art fing ich endlich fast an zu verzweifeln an der je möglichen Auffindung der Endigungsweise der einzelnen Nervenfasern, zumal da ich gleichzeitig sah, wie schwierig es wäre, in einem solchen einzelnen Muskelstücke die doch bekannte Endigungsweise der Capillargefässe nachzuweisen, wenn in denselben keine Bewegung des Blutes stattfindet, während diese doch grösser als die Nervenfasern und wegen der in ihnen enthaltenen

Blutkügelchen leichter erkennbar sind. An andern neuen Untersuchungswegen war ich auch beinahe erschöpft. Allein die Wichtigkeit der Kenntniss dieses peripherischen Verhaltens der Nerven in anatomischer und physiologischer Beziehung und das dadurch in mir erregte Interesse für diesen Gegenstand, sowie auch der Gedanke, dass die Nerven so gut als die Gefässe eine bestimmte Endigungsweise haben müssen, und dass gewiss nur die Unvollkommenheit der Untersuchungsmethode uns an der Auffindung derselben hindere, trieben mich immer wieder zu neuen Untersuchungen an, besonders da es mir bereits schon gelungen war, die Verzweigungen der kleineren Nervenbündel so weit zu verfolgen, und diese daher stets meinem Geiste vorschwebten.

Ich schlug nun einige andere, bisher noch nicht versuchte Wege ein. Die Hauptschwierigkeit dieser Untersuchung schien mir immer darin zu liegen, dass die Primitivfasern der Nerven als fast durchsichtige und äusserst wenig gefärbte Schläuchchen sich so wenig von dem Gewebe, in welchem sie sich verbreiten, unterscheiden; ich gieng daher von dem Gedanken aus, Mittel und Wege zu finden, durch welche ich ein deutlicheres Hervortreten der Primitivfasern bewirken könnte. Am ehesten glaubte ich dieses vielleicht dadurch zu erreichen, dass ich die zu untersuchenden Muskelhäute mit verschiedenen Substanzen in Berührung brächte; wie ein Versuch der Art schon einmal in frühern Zeiten zur Erforschung der Nerven der Nabelschnur von *Dürr* ([16]) und *Riecke* ([17]), freilich vergebens, gemacht wurde. Zu dem Ende behandelte ich die Bauchmuskeln von Fröschen mit verdünnter Salzsäure, mit Blausäure, mit Sublimatauflösung u. s. w.; öfters legte ich sie zu gleichem Zwecke auch längere Zeit in's Wasser, allein alle diese Versuche hatten durchaus keine günstigen Folgen; die Nervenfasern wurden dadurch nicht bemerklicher, im Gegentheil, das Muskelgewebe wurde nur noch undurchsichtiger, und eignete sich weniger zu feinern Beobachtungen, daher stand ich bald von dieser Methode ab.

Da ich bis jetzt am weitesten doch immer noch damit gekommen war, dass ich Muskelhäute, so durchsichtig als ich sie nur immer bekommen konnte, untersuchte, so sann ich nun auf Mittel, die Durchsichtigkeit und Einfachheit des Gewebes vielleicht auf künstliche Weise zu vermehren. Da ich sah, dass die Bauchmuskeln der Frösche aus mehreren auf einander liegenden Schichten von Muskelfasern bestehen, welche sich zum Theil kreuzen, so suchte ich dieselben zu trennen. Diese Trennung muss aber natürlich so vorsichtig als nur immer möglich vorgenommen werden, um die noch übrig bleibenden Faserschichten nicht zu zerreissen und in Unordnung zu bringen, wodurch auch die Primitivfasern der Nervenverzweigungen verletzt werden würden.

Am geeignetsten fand ich zu diesem Zwecke folgendes Verfahren: Ich spannte nach der schon oben angegebenen Weise die Bauchmuskeln eines Frosches auf einem Glasplättchen aus, und zwar so, dass die inwendige Fläche der Bauchmuskeln auf das Glas zu liegen kam, alsdann hielt ich dieses Muskelstück vermittelst des Daumes an derjenigen Stelle, wo die geraden Bauchmuskeln mit den schiefen verbunden sind, auf dem Glasplättchen fest, und *schabte* nun mittelst eines Staarmesserchens langsam und vorsichtig die oberflächliche Schichte von Muskelfiebern ab, öfters half ich auch durch

---

(16) Diss. inaug., qua demonstratur, funiculum umbilicalem nervis carere. Tubing. 1815.

(17) Diss. inaug. anatomico-physiologica, qua investigatur utrum funiculus umbilicalis nervis polleat, an careat. Tubing. 1816.

vorsichtige Schnitte dieser Muskelpräparation nach. Natürlich gelingt dieses Verfahren nicht immer, und man verletzt öfters auch die unterliegenden Muskelfibern, oder kann die oberen Schichten nur theilweise entfernen, Vieles hängt oft von Zufälligkeiten ab, doch gelingen unter mehreren Präparationen der Art immer einige, und wer öftere Versuche nicht scheut, wird seinen Zweck gewiss erreichen. Ich wenigstens besitze eine Menge getrockneter Präparate der Art, welche ich vorweisen kann.

Auf diese Weise verschaffte ich mir nun zur mikroskopischen Beobachtung frische Präparate von Bauchmuskeln und Brustmuskeln der Frösche, welche in Bezug auf Einfachheit und Durchsichtigkeit des Gewebes ganz meinen Wünschen entsprachen, so dass ich hier nun endlich mich von der Endigungsweise der Nerven überzeugen konnte. Anfänglich glaubte ich, dass durch diese künstliche Trennung der Muskelschichten auch die Verzweigungen der Nerven verletzt werden würden; allein bei der Betrachtung der auf diese Weise erlangten Präparate konnte ich mich bald überzeugen, dass dies, eine gewisse Partie von Nervenästen ausgenommen, nicht der Fall war, indem ich fand, dass je einzelne grössere Nervenäste sich immer auf den einzelnen Schichten von Muskelfibern in der Fläche wie die Capillargefässe verbreiten, und zwar auf einer ungemein feinen Lage von ganz durchsichtigem Zellgewebe, welches zwischen diesen einzelnen Schichten gelagert ist. Bei der Trennung der verschiedenen Muskelschichten muss man daher auch Sorge tragen, diese feine Zellgeweblage so wenig als möglich zu verletzen, und die Muskelschichten langsam und vorsichtig nur dadurch zu trennen, dass man mittelst eines Messerchens oder mittelst einer Scheere die Gefässe und Nerven, welche von einer Schichte zur andern gehen, durchschneidet. Noch besser gelingt dieses durch behutsames Schaben mit einem scharfen, schneidenden Instrumente.

Und wie stellte sich nun die Endigungsweise der einzelnen Primitivfasern dar? Ich gebe hier zuerst den geschichtlichen Vorgang meiner ersten in dieser Beziehung gemachten Beobachtungen an, und werde dann nachher eine nähere Beschreibung davon nach vielfältig darüber wiederholten Untersuchungen folgen lassen.

In einem nach obiger Weise angefertigten Muskelpräparate suchte ich ein grösseres Nervenbündel auf, es lief mit den Muskelfibern beinahe parallel, hierauf verfolgte ich dasselbe weiter. Noch nicht lange hatte ich dasselbe verfolgt, als ich auf das deutlichste von diesem Nervenbündel eine Primitivfaser abgehen sah, sie lenkte in einem ziemlich rechten Winkel von dem Bündel ab und lief geschlängelt in derselben Richtung etwas bogenförmig, die Convexität des Bogens nach der peripherischen Ausbreitung des Nervenbündels gerichtet, quer über die Muskelfibern hin. Ich folgte mit dem Auge nach, und konnte sie immer, ohne Unterbrechung, ungemein deutlich beobachten. Nachdem ich sie nun so eine ziemliche Strecke weit verfolgt hatte, gelangte ich mit ihr in die Nähe eines andern Nervenbündelchens, welches aus zwei Primitivfasern zusammengesetzt war, und siehe da! hier legte sie sich eben so deutlich, wie sie von dem grösseren Nervenbündel abgegangen war, an dieses kleinere Nervenbündel an, so dass dieses nun aus drei Primitivfasern bestand. In diesem verfolgte ich dieselbe noch weiter, und sah sie immer getrennt neben den andern zwei Nervenfasern in der Richtung nach den grösseren Nervenstämmen zu verlaufen, bis diese drei Nervenfasern sich mit einem andern Nervenbündel vereinigten, und die einzelne Primitivfaser in dem durch diese Vereinigung gebildeten grösseren Nervenstrange nicht mehr isolirt verfolgt werden konnte. Kaum hatte ich diese mich unbeschreiblich erfreuende Beobachtung

vollendet, als einer meiner Freunde, Herr Privatdocent Dr. Lichti, mich besuchte; ich brachte alsobald die eben beobachtete Primitivfaser wieder in das Sehfeld, und bat Herrn Lichti, durch das Mikroskop zu sehen, und das Gesehene mir vorzuzeichnen. Zu meiner grössten Freude zeichnete derselbe das gesehene Nervenschläuchchen von einem grösseren Nervenstamme abgehend und in ein kleineres Nervenbündel übergehend gerade so auf, wie ich es kurz zuvor selbst gesehen hatte. An demselben Präparate konnte ich nun noch eine zweite und eine dritte Primitivfaser auf ähnliche Weise verfolgen. Mitunter kamen mir aber auch einzelne und selbst zwei neben einander liegende Primitivfasern vor, welche, nachdem sie eine Strecke weit verfolgt worden waren, auf einmal verschwanden, und zwar unter zweierlei Verhältnissen. Entweder liefen die Primitivfasern quer über die Muskelbündel und verschwanden dann an dem Rande einer quer verlaufenden Muskelfiber, oder die Primitivfasern kamen mit den Muskelfibern parallel zu liegen, liefen in dem Zwischenraume zwischen je zwei Muskelfibern weiter, und verschwanden dann hier, wie es schien, unvermerkt, ohne von ihnen weiter eine Spur entdecken zu können. Dieses doppelte Verhalten der Primitivfasern nahm nun meine ganze Aufmerksamkeit in Anspruch, und ich gab mir alle mögliche Mühe, darüber Aufschluss zu erhalten.

Ich untersuchte zu dem Ende wieder mehrere frische Muskelpräparate, und konnte dabei immer einzelne Primitivfasern auf obige Weise endend verfolgen, bei andern aber wollte es wieder nicht gelingen. Nach mehreren Untersuchungen der Art machte ich endlich folgende, in Bezug auf dieses räthselhafte Verhalten der Primitivfasern höchst interessante Beobachtungen. Ich verfolgte nämlich einmal zwei von einem grösseren Nervenbündel ausgehende neben einander liegende Primitivfasern, quer auf den Muskelfibern hinlaufend, eine ziemliche Strecke weit ohne irgend eine Unterbrechung, auf einmal hörten sie an dem Rande einer solchen quer verlaufenden Muskelfiber auf, und ich konnte weiterhin, trotz dem dass ich das Licht auf sehr verschiedene Weise einfallen liess, keine Spur mehr von ihnen entdecken. Ich glaubte wirklich ein freies Ende der Nervenfasern vor mir zu sehen, das in der Mitte einen Punkt zu haben schien, doch hielt ich eine solche Endigungsweise zweier neben einander liegender Nervenfasern, welche schon eine so grosse Strecke bogenförmig verlaufend zurückgelegt hatten, für sehr unwahrscheinlich. Ich fieng nun an, die Umgegend dieser beiden Primitivfasern zu untersuchen, namentlich in der Richtung hin, welche diese Primitivfasern bis an ihr Verschwinden befolgt hatten, und gelangte in ziemlicher Entfernung von dem Ende der Primitivfasern zu einem anderen grösseren Nervenbündel; alsobald entdeckte ich an demselben einen Abgang zweier Primitivfasern, ich verfolgte diese weiter, sie liefen in der Richtung gegen die ersten zwei beschriebenen hin; nachdem ich sie so eine Strecke weit verfolgt hatte, hörten sie ebenfalls an dem Rande einer quer laufenden Muskelfiber plötzlich auf, und ich konnte sie durchaus nicht weiter verfolgen. Hier hatte ich also wieder ein freies Ende vor mir. Nun kehrte ich zu dem Ende der beiden ersten Fasern zurück, und fand dabei, dass der Zwischenraum zwischen diesen beiden Enden nicht sehr gross war, und dass diese vier Primitivfasern, zwei auf der einen und zwei auf der andern Seite verlängert gedacht, gerade zusammenstossen würden.

Nachdem ich nun so eine Zeitlang diese beiden einander gegenüber stehenden Nervenenden betrachtet hatte, honnte ich in der Richtung des Endes der zwei zuletzt gefundenen Primitivfasern unter der einfachen Lage von Muskelfibern schwache Schattenlinien entdecken, welche ganz dem

fortgesetzten Verlaufe der Primitivfasern auf der dem Glasplättchen zugewandten Fläche des Muskelstückes entsprachen; ich habe diesen Fall, so wie ich ihn gesehen, auf Fig. 11, Taf. II, abgebildet. Es war mir diesem Gesehenen nach nun überaus wahrscheinlich, dass die zwei Primitivfasern, welche an dem Rande einer quer laufenden Muskelfiber zu verschwinden schienen, sich zwischen zwei neben einander liegenden Muskelfibern hindurch lenkten, so auf die andere Fläche der Muskelfibern gelangten, hier in der gleichen Richtung eine kurze Strecke weiter verliefen, wie es häufig bei den Gefässen der Fall ist, dann wieder zwischen zwei Muskelfibern hervortraten, auf diese Weise das zweite scheinbar abgeschnittene Nervende bildeten, und nun als die zuerst beschriebenen Primitivfasern weiter liefen. Um hierüber Gewissheit zu erhalten, wandte ich mein angegebenes Verfahren mit der Nadel an. Vorsichtig suchte ich nämlich mit der Spitze derselben, die Muskelfasern, zwischen welchen die Nervenfasern aufzuhören schienen, etwas aus einander zu ziehen, um vielleicht zu sehen, ob sich die Fasern wirklich fortsetzten; als mir dieses gelungen, konnte ich deutlich bemerken, wie die Fasern sich um die runde Muskelfiber etwas nach abwärts bogen und nun unter der weggezogenen Muskelfiber weiter liefen; da wo ich ein freies Ende wahrzunehmen glaubte, war ein solches nicht, indem durch dieses Verfahren die Nervenfaser noch über diesen scheinbaren Endigungspunkt hinaus verfolgt werden konnte. Somit schien es mir keinem Zweifel mehr zu unterliegen, dass die Primitivfasern hier nicht frei endeten, sondern auf die oben beschriebene Weise weiter verliefen und mit den Primitivfasern der andern Seite unmittelbar zusammenhiengen.

Ein gleiches Verhalten von Primitivfasern kam mir bei ferneren Untersuchungen noch mehrmals vor; von allen mir vorgekommenen scheinbar frei endenden Primitivfasern konnte ich mich freilich nicht immer auf obige Weise überzeugen, einige schienen durch das Präpariren der Muskeln wirklich abgeschnitten oder zerrissen worden zu sein, was ich vorzüglich daraus schloss, dass die Enden solcher wie abgeschnitten aufhörenden Nervenschläuchchen eine von der gewöhnlichen Lage der Nervenfasern ganz verschiedene und unregelmässige hatten. Oefters habe ich mich auch überzeugt, dass das scheinbare Verschwinden solcher Primitivfasern daher rührt, dass die oberen Schichten von Muskelfibern nicht gleichmässig durch die Präparation entfernt worden sind, und dass daher an einzelnen Stellen nur eine einfache, an andern eine doppelte und dreifache Lage von Muskelfibern sich befindet. Hat man nun auf einer einfachen, ungemein durchsichtigen Lage von Muskelfibern eine einzelne Primitivfaser verfolgt, so bemerkt man, dass die Anzahl von Muskelfibern vermehrt wird, diese nicht mehr so regelmässig parallel neben einander liegen und die Primitivfasern verschwinden. In der Regel findet man aber dann, wenn man das Gewebe in der Richtung, in welcher die aufhörende Primitivfaser weiter verlaufen wäre, weiter verfolgt, ein grösseres oder kleineres Nervenbündel.

Die zweite Art des Verschwindens der Primitivfasern ist die, wo dieselben parallel mit den Muskelfibern verlaufen, und zwar in dem Zwischenraume von je zwei neben einander liegenden Muskelfibern; einige Zeit lang lassen sie sich ziemlich deutlich verfolgen, dann aber verschwinden sie nach und nach, wie es scheint, ganz unvermerkt. Bald ist es eine einzelne Primitivfaser, welche so verläuft, bald sind es ihrer zwei. Anfänglich, wo sie noch deutlich verfolgt werden können, laufen sie gewöhnlich auf den Muskelfibern, lenken sich dann aber weiterhin in den Zwischenraum zweier derselben, und werden undeutlicher, so dass sie zuletzt gar nicht mehr wahrgenommen

werden können. Dieses trifft bei mehreren von einem Nervenbündel ausgehenden Primitivfasern zu, und zwar entweder kurze Zeit nachdem sie von dem Nervenbündel abgegangen sind, oder erst nachdem sie eine ziemlich grosse Strecke Weges zurückgelegt haben. Um mir über das fernere Verhalten der Primitivfasern nach diesem Verschwinden Aufschluss zu verschaffen, versuchte ich mit einer Nadel, die Muskelfibern, zwischen welchen die Fasern verliefen, aus einander zu ziehen, wie ich es schon früher bei Untersuchungen der Art gethan hatte, um zu sehen, ob es dadurch vielleicht möglich würde, die verschwundenen Primitivfasern noch weiter zu verfolgen, oder mich zu überzeugen, dass dieselben hier wirklich aufhören, oder in andere Formverhältnisse übergehen. Versuche der Art sind ungemein schwierig, wie sich jeder selbst überzeugen kann, denn leicht wird das zarte Muskelgewebe, wenn man es mit der Nadel nicht gut trifft, zerrissen, und damit auch die in Frage stehende Primitivfaser, und der Versuch ist missglückt. Trotz dieser Schwierigkeiten ist es mir nun aber doch mehremale geglückt, die Muskelfibern, zwischen welchen die Primitivfaser verschwand, so von einander zu entfernen, dass ich folgendes Verhalten der Nervenfaser, wie ich es durch die Fig. 12, Taf. II, dargestellt habe, beobachten konnte. Nach der Entfernung der Muskelfibern von einander trat die fast schon verschwundene Primitivfaser wieder deutlicher hervor, ich konnte mich überzeugen, dass das allmähliche Verschwinden derselben davon herrührte, dass dieselbe sich allmählig immer tiefer zwischen die beiden Muskelfibern senkte, und am Ende sich um eine derselben nach abwärts herumbog, und so auf die dem Glasplättchen zugewandte Fläche der Muskelfieber gelangte. Sehr deutlich kann man sich hiervon öfters auch noch auf anderem Wege überzeugen, nämlich so, dass man sich ein recht durchsichtiges Muskelpräparat verfertigt, in diesem eine auf die beschriebene Weise verschwindende Nervenfaser aufsucht, die Stelle ihres Verschwindens dann mittelst einer in Tinte getauchten Nadelspitze leicht bezeichnet, hierauf das Glasplättchen mit dem Muskelstück umkehrt, so dass die freie Fläche des Glasplättchens gegen die Linse gerichtet ist, und nun die mit Tinte bezeichnete Stelle unter dem Mikroskop wieder aufsucht. Man wird alsdann in der Umgegend dieser bezeichneten Stelle zwischen zwei Muskelfibern ebenfalls eine Primitivfaser verschwinden, oder vielmehr zwischen denselben auftauchen sehen, die sich dann zuweilen bis in ein Nervenbündelchen verfolgen lässt.

Ausser der Endigungsweise der Nerven durch eine bogenförmige Umbiegung der einzelnen Primitivfasern, indem dieselben von einem Nervenbündel ausgehen, und nach der Beschreibung eines bald grösseren, bald kleineren Bogens, wieder in ein anderes zurückkehren, und ausser dem Verschwinden derselben entweder quer vor den Muskelfibern, oder in dem Zwischenraume zwischen je zweien verlaufend, welches aber sich in den meisten Fällen als ein nur scheinbares nachweisen lässt, habe ich in dem Muskelgewebe kein anderes Verhalten der motorischen Nervenfasern, welches die grössten und daher am leichtesten erkennbaren sind, wahrnehmen können. Nirgends sah ich eine netzartige Verbindung oder eine weitere feinere Vertheilung dieser genannten Primitivfasern.

Fasse ich nun alle meine, die peripherische Verbreitungs- und Endigungsweise der Nervenfasern in dem Muskelgewebe betreffenden Beobachtungen zusammen, so kann ich als Resultat derselben folgende Beschreibung von dem peripherischen Theile des Muskelnervensystems geben, in so weit nämlich dasselbe in animalischen Muskeln untersucht wurde.

In den Bauchmuskeln von Fröschen treten von hinten mehrere Rückenmarksnerven so ein, dass sie einige Linien von einander entfernt und parallel mit einander quer in den Muskeln nach

auswärts vorwärts und dann einwärts verlaufen. Diese so eintretenden und verlaufenden Nervenstämme sind mit blossen Augen als weisse Fäden deutlich sichtbar, sie sind von Blutgefässen begleitet, welche sich als rothe Fäden von ihnen unterscheiden. Das Abgehen von Aesten aus diesen Nervenstämmen lässt sich ebenfalls noch mit blossen Augen oder mit der Loupe wahrnehmen, es sind noch feinere weisse Fäden, welche unter verschiedenen Winkeln vom Mutterstamme abgehen, und dann in der Richtung zu dem nächsten parallel verlaufenden Nachbarstamme sich hinwenden. Ihre weitere Verzweigung und ihre eigene Endigungsweise sind aber zu fein, um davon mit blossen Augen oder mit der Loupe etwas sehen zu können. Will man daher diese feineren Verzweigungen beobachten, so muss man das zusammengesetzte Mikroskop zu Hülfe nehmen.

Betrachtet man mit demselben einen solchen noch mit blossen Augen erkennbaren Nervenfaden, so bietet er folgendes Aussehen dar. Es ist ein dunkler, von seitlichen Linien begränzter Strang. Seine seitlichen Linien sind wellenförmig gekrümmt, nicht gerade. Diese wellenförmigen Krümmungen sind bald stärker, bald schwächer, je nachdem das Muskelgewebe mehr oder weniger ausgespannt ist. Durch sehr starke Ausdehnung kann man den Strang fast gerade ziehen. Ausser diesen seitlichen Linien nimmt man auf der Oberfläche des Stranges noch eine Menge anderer Linien wahr, welche mit den den Strang begränzenden parallel verlaufen, daher ebenfalls wellenförmig gekrümmt sind. Sie stellen die seitlichen Begränzungen der den Strang zusammensetzenden Primitivfasern dar, und sind daher desto zahlreicher und dichter, je mehr solcher Fasern der Strang enthält. Bei kleineren Strängen der Art kann man einzelne solcher Linien längere Zeit verfolgen, und sehen, dass sie nirgends mit andern neben ihnen liegenden Linien verschmelzen, ein Beweis, dass in diesen Strängen die Primitivfasern immer getrennt verlaufen. Durch dieses eigenthümliche Aussehen der Nervenstränge unterscheiden sich dieselben auf eine sehr charakteristische Weise von den Blutgefässen, welche sie gewöhnlich begleiten. Diese zeigen auf ihrer Oberfläche nichts von solchen wellenförmig gekrümmten Linien, zwischen denen sich dann wieder helle, durchsichtige Zwischenräume befinden, sondern sie erscheinen durchgehends roth und dunkel, auch sind diese begränzenden Linien nicht so geschlängelt, indem die Gefässe mehr gerade verlaufen. Es kann daher unmöglich eine Verwechslung zwischen den Nervensträngen und den Gefässen stattfinden, wenn man nur einmal beide mit einander verglichen hat.

Nicht minder bestimmt können auch die einzelnen Primitivfasern von den feinsten Capillargefässen, mit welchen sie öfters in Berührung kommen, unterschieden werden, und zwar durch folgende Momente:

1. Wenn man einen Nervenstrang in seiner Verzweigung weiter verfolgt, so kann man sich von dem Abgehen einzelner Primitivfasern aus demselben deutlich überzeugen; man sieht also hier die Abgangsstelle einer Primitivfaser von einem Nervenstrange, und kann so sehen, dass das Schläuchchen nicht mit dem Gefässsystem zusammenhängt.
2. Die Primitivfasern laufen ebenso wie die Nervenstränge, geschlängelt, wellenförmig auf den Muskelfibern hin, während die Capillargefässe zwar auch gekrümmt verlaufen, aber nicht in der Art schlangenförmig wie die Primitivfasern, so dass immer auf eine Ausbiegung nach der einen Seite eine Ausbiegung nach der andern hin ziemlich regelmässig folgt.
3. Die Primitivfasern erscheinen als fast ganz durchsichtige Schläuchchen von zwei deutlichen Linien begränzt, in deren Innerem sich keine einzelne Schattenpunkte wahrnehmen lassen,

während man in den Capillargefässen nach grösseren oder kleineren Zwischenräumen immer einzelne Blutkügelchen erkennen kann.

4. Verfolgt man eine einzelne Primitivfaser längere Zeit in dem Muskelgewebe, so wird man finden, dass die begränzenden seitlichen Linien einander immer parallel verlaufen, und die Primitivfaser an keiner Stelle an Breite zu- oder abnimmt, während die Capillargefässe nicht letzter Klasse, d. h. die kleinsten ausgenommen, eine konische Gestalt haben.
5. Nie kann man an einer einzelnen Primitivfaser wahrnehmen, dass sie sich mit einer andern verbindet, mit ihr anastomosirt in der Art, dass die Höhlung der einen Primitivfaser mit derjenigen der andern unmittelbar zusammenhängt, die eine also in die andere einmündet, wie das bei den Capillargefässen immer der Fall ist. Tritt eine Primitivfaser mit einer andern zusammen, so sind beide nur neben einander gelagert, jede bleibt aber für sich, und sie stehen auf keine Weise mit einander in Verbindung.
6. Die Primitivfasern bilden in ihrer letzten Verzweigung einfache Bogen, die Capillargefässe verschieden geformte Netze.

Gegen eine Verwechslung der Primitivfasern mit den Capillargefässen kann man sich also durch Berücksichtigung dieser eben angegebenen Unterscheidungsmerkmale mit Sicherheit schützen.

Was das Verhalten der Nervenstränge und Nervenfasern zu den Gefässen betrifft in Bezug auf ihre gegenseitige Begleitung, so lehrt die Beobachtung hierüber, dass die grösseren Nervenstränge meistens von Gefässen begleitet werden, ebenso auch noch die kleineren von 10—15 Primitivfasern. Geht dann aber die Theilung der Nervenstränge weiter, so weicht die Vertheilungsweise der Nerven von der der Gefässe ab, und man sieht die Nerven und die Gefässe auf eigene Weise sich verbreiten, daher haben auch die einzelnen Primitivfasern keine sie begleitenden Capillargefässe mehr neben sich, sondern verlaufen isolirt.

Die Vertheilung der Nerven selbst, wie sie in platten Muskeln beobachtet wurde, ist folgende: Die Bauchmuskeln der Frösche bestehen aus verschiedenen Lagen von Muskelfibern, welche in der Fläche ausgebreitet sind und parallel neben einander liegen, diese verschiedenen Lagen von Muskelfibern liegen so auf einander, dass die Muskelfibern einer oberen Lage immer eine von der der unten liegenden Fibern verschiedene Richtung haben. Bald kreuzen sie sich, bald durchschneiden sie einander nur in schiefer Richtung. Zwischen jeder der einzelnen Lagen befindet sich eine ganz dünne durchsichtige Haut von Zellgewebe, wodurch dieselben zusammmengehalten werden. Die Nerven und Gefässe verbreiten sich in diesen verschiedenen Lagen von Muskelfibern nun so, dass jede einzelne Schichte von Muskelfibern ihre bestimmte Anzahl von Nerven und Gefässen hat, welche sich auf ihr flächenhaft ausbreiten, und zwar sowohl auf der einen, als auch auf der andern Fläche derselben. Die grösseren in die Bauchmuskelpartie eintretenden Nervenzweige vertheilen sich daher zuerst in der Art, dass sie für die einzelnen Schichten von Muskelfibern Aeste abgeben, welche sich nun fernerhin in diesen verbreiten. Desshalb werden auch immer mehrere Nervenfäden durchschnitten, wenn man die einzelnen Lagen von Muskelfibern von einander abtrennt, und wenn man eine einzelne losgetrennte Muskellage mikroskopisch untersucht, so sieht man häufig solche abgeschnittene Enden von grösseren und kleineren Nervenästen. Ein gleiches Verhalten findet auch bei den Gefässen statt.

Will man nun weiterhin die Verbreitungsweise der Nervenäste in den einzelnen Muskellagen untersuchen, so muss man sich eines auf oben angegebene Weise präparirten Muskelstückes bedienen, in einem solchen stellt sich die peripherische Nervenausbreitung auf folgende Weise dar. Was zuerst die Vertheilungsweise der kleineren Nervenstränge anbetrifft, so ist diese verschieden. Wenn man einen solchen auf der dem Beobachter zugewandten Fläche der Muskelfibern verfolgt, so sieht man, dass von demselben von Zeit zu Zeit einzelne Primitivfasern abgehen, oder wie man mit gleichem Rechte auch sagen kann, zu ihm stossen. Dann aber theilt sich derselbe weiterhin auch in grössere und kleinere Bündel, und zwar bald in fast zwei gleiche Hälften, bald geht nur ein kleineres Bündel von dem Hauptstamme ab, während dieser weiter geht. Das Abgehen der kleineren Bündel geschieht entweder unter einem spitzen, einem rechten, oder unter einem stumpfen Winkel. Der weiter gehende Hauptstamm giebt nach einiger Zeit wieder einzelne Primitivfasern oder kleinere Nervenbündel ab, welche mitunter nur aus zwei Primitivfasern bestehen, und fährt in dieser Vertheilung so lange fort, bis er selbst nur noch in einzelne Primitivfasern ausläuft. Die Richtung, welche der sich vertheilende Hauptstamm, verglichen mit derjenigen der Muskelfibern, befolgt, kommt in der Regel einer parallelen am nächsten, während die einzelnen Primitivfasern meistens quer über die Muskelfibern hingehen, öfters kommen sie aber auch parallel mit den Muskelfibern zu liegen, gehen dann aber hier gewöhnlich zwischen zwei Muskelfibern zu der entgegengesetzten Fläche derselben über; die Hauptstämme, wenn mehrere in einen Muskel eingehen, verlaufen so ziemlich mit einander parallel, und zwischen ihnen von einer Seite zur andern geschehen die Verbreitungen der einzelnen Primitivfasern. Eine solche Vertheilung der Nervenbündel findet auf jeder der zwei Flächen der Muskelschichte statt; es ist daher gleichgültig, welche Fläche man untersucht.

Nimmt man endlich auf die Endigungsweise der einzelnen Primitivfasern Rücksicht, so stellt sich dieselbe auf folgende Weise dar. Entweder gehen dieselben, wie schon angegeben wurde, von kleineren Nervensträngen einzeln ab, oder es sind kleinere von diesen Nervensträngen abgehende Nervenbündel, aus welchen sie kommen, oder es sind endlich die letzten Primitivfasern, in welche sowohl die Nervenstränge als auch die Nervenbündel auslaufen. Mögen sie entspringen, auf welche Weise sie wollen, so haben sie immer denselben Verlauf und dieselbe Endigungsweise, *sie gehen nämlich von den übrigen Primitivfasern ab, in der Richtung gegen die weitere Verbreitung der Nervenstränge, also gegen die Peripherie hin, laufen geschlängelt über die Muskelfibern weg, und nachdem sie auf denselben einen bald grösseren, bald kleineren Bogen beschrieben haben, kehren sie wieder in einen anderen Nervenstrang oder in ein anderes Nervenbündel zurück, oder vereinigen sich auch mit einer anderen einzelnen Primitivfaser, welche so eben einen ähnlichen Weg zurückgelegt hat, und laufen mit dieser neben ihr liegend einem Nervenstrange zu, an welchen sie sich anlegen, und in welchem sie dann rückwärts gegen die grösseren Nervenstämme zu gehen.* Die Bogen der Primitivfasern, welche auf diese Weise auf den Muskelfibern gebildet werden, und deren Convexität gegen die peripherische Ausbreitung der Nerven gerichtet ist, zeigen mannigfaltige Verschiedenheiten in Bezug auf die Grösse und Form der Krümmung. Die Bogen sind in der Regel ziemlich gross, so dass man nicht wohl die ganze Krümmung derselben in einem Gesichtsfelde bei einer 4—500maligen Vergrösserung übersehen kann; auch lassen sich meistens die Primitivfasern, welche zusammen einen Bogen bilden, nicht bis soweit nach rückwärts verfolgen, dass man sehen könnte, wo dieselben wieder zusammenkommen; übrigens giebt es kleinere und grössere Bogen. Auch die Krümmung ist

sehr verschieden; bald ist die Primitivfaser, welche von einem Nervenbündel zu einem anderen geht, nur sehr wenig gekrümmt, so dass sie fast gerade verläuft, bald ist hingegen die Krümmung sehr bedeutend. Natürlich hängt sowohl die Grösse der Bogen als auch die Stärke der Krümmung derselben viel von dem Grade und der Art der Ausspannung der Muskelhaut ab.

Was die Regelmässigkeit dieser bogenförmigen Verzweigungen der Primitivfasern anbetrifft, so ist diese im Allgemeinen nicht sehr streng, und es verhält sich damit ebenso, wie mit den Netzen der Capillargefässe; während die einzelnen Maschen gerade keine besondere Regelmässigkeit erkennen lassen, liegt eine solche doch in der Form des ganzen Gefässnetzes. Die einzelnen Bogen mit einander verglichen sind oft sehr verschieden von einander, während die ganze bogenförmige Verzweigung der Primitivfasern in einer gewissen Muskelpartie doch eine bestimmte Anordnung zeigt, denn das ganze Muskelgewebe ist dessenungeachtet in ziemlich gleichmässigen Entfernungen von solchen Bogen durchzogen.

Vergleicht man die Menge der bogenförmig endenden Primitivfasern mit derjenigen der Netze bildenden Capillargefässe, so ist die letztere unstreitig beträchtlicher als die erstere, denn die Flächenräume, welche die Nervenbogen einschliessen, sind grösser als die von den Capillargefässen gebildeten Maschen. In anderen Theilen als gerade in den Muskeln mögen vielleicht andere Verhältnisse stattfinden.

Ausser diesen bogenförmig endenden Primitivfasern sieht man übrigens auch noch Primitivfasern, welche sich nicht von einem Nervenbündel bis zu einem anderen unmittelbar verfolgen lassen, sondern welche, nachdem sie von irgend einem Nervenstrange ausgegangen sind, nach einiger Zeit verschwinden, und wie mit einem freien Ende aufhören. Dieses Verschwinden findet entweder bei einer quer über die Muskelfibern hingehenden Primitivfaser vor einer solchen statt, oder man verliert die Primitivfaser aus dem Gesichte, während sie zwischen zwei Muskelfibern sich hinlenkt. Eine Reihe darüber angestellter Beobachtungen haben mich gelehrt, dass dieses Verschwinden der Primitivfasern daherrührt, dass sich dieselben zwischen den Muskelfibern durchlenken, auf diese Weise zu der von dem Beobachter abgewandten Fläche der Muskelschichte gelangen, und sich nun hier weiter verbreiten. Ein solches Verhalten konnte ich wenigstens, wenn auch nicht in allen, doch in vielen Fällen mit Bestimmtheit beobachten. Oefters verschwinden auf diese Art die Primitivfasern sobald sie nur von einem Nervenstrange abgegangen sind, so dass man gerade noch den Abgang derselben deutlich wahrnehmen kann, andere Male aber findet dieses erst statt, nachdem sie schon eine ziemliche Strecke weit auf der dem Beobachter zugewandten Fläche verlaufen sind. Verfolgt man einen einzelnen Nervenstrang mit besonderer Berücksichtigung der von ihm abgehenden Primitivfasern, so sieht man, dass verschwindende Primitivfasern meistens abwechseln mit solchen, welche bis zu einem anderen Nervenbündel hin verfolgt werden können, oft gehen aber auch mehrere Primitivfasern der einen Art hinter einander von dem Strange ab; hierin finden überhaupt mancherlei Abweichungen statt.

Es wirft sich nun auch die Frage auf, wenn man eine bogenförmig verlaufende Primitivfaser, welche auf beiden Seiten mit Nervenbündeln zusammenhängt, vor Augen hat: Welches ist dasjenige Nervenbündel, aus welchem die von den Centraltheilen zu der Peripherie hingehende Primitivfaser kömmt, und welches dasjenige, in welchem die Primitivfaser von der Peripherie zu den Centraltheilen wieder zurückkehrt? Oder, welcher Theil des Bogens ist als der Ursprung, und welcher als das

Ende desselben zu betrachten? Die Entscheidung dieser Frage ist von Wichtigkeit, und sie läuft ganz parallel mit derjenigen, welche in Bezug auf die Endigungsweise der blutführenden Gefässe gemacht werden kann, nämlich, welches sind die aus den Arterien entspringenden, und welches die in die Venen übergehenden Capillargefässe? Leider sieht sich der Beobachter hier ausser Stand, etwas Bestimmtes angeben zu können, indem es durchaus keinen Bestimmungsgrund giebt, welcher bei einer solchen Unterscheidung in Anwendung gebracht werden könnte. Bei den Capillargefässen wird die Frage leicht entschieden durch die Richtung der Blutströmchen, je nachdem dieselbe entweder eine centrifugale oder eine centripedale ist. Bei den Primitivfasern der Nerven hingegen fehlt ein solches Criterium gänzlich. Aus der Art, wie eine Primitivfaser von einem Nervenbündel abgeht, und wieder zu einem andern hinzustösst, lässt sich ebenfalls nichts abnehmen, denn in beiden Fällen zeigen die Primitivfasern oft ein ganz gleiches Verhalten. Auch kann keine Rücksicht darauf genommen werden, ob der Bogen, welchen eine Primitivfaser beschreibt, auf der einen Seite mit einem grösseren, auf der andern mit einem kleineren Nervenbündel zusammenhängt, denn eine Primitivfaser kann bald aus einem grösseren Nervenstrange herkommen, bald kann sie aber auch zu den letzten Primitivfasern gehören, in welche ein Nervenstrang ausläuft, und umgekehrt. Es ist daher bis jetzt noch unmöglich, obige Frage zu beantworten, wie sehr auch ihre Wichtigkeit dazu auffordert.

Zu bemerken ist hier noch, dass überall die Primitivfasern an ihrer peripherischen Endigung, man mag sie untersuchen wo man will, immer selbstständig für sich verlaufen. Dieses in den grösseren Nervenstämmen schon früher bekannte Factum *bestätigt sich auch ganz bei der peripherischen Ausbreitung der Nerven.* Ueberhaupt finde ich, kann man sich davon nirgends mit grösserer Sicherheit überzeugen, als gerade hier, weil an diesem Orte die Nervenstränge mit ihren Primitivfasern sich von selbst vor dem Auge entfalten, und jede allfällige Täuschung durch eine künstliche Auseinanderlegung derselben wegfällt. Daher ist dieser Ort auch zugleich der geeignetste, um über die Beschaffenheit der einzelnen Primitivfasern Untersuchungen anzustellen. Es ist wirklich überaus schön, wenn man so deutlich kleinere Nervenbündel, welche nur aus zwei oder drei Nervenschläuchchen bestehen, vor sich sieht, und wenn man jedes einzelne derselben neben den andern liegend für sich verfolgen kann. Ebenso kann man auch auf das Bestimmteste sehen, dass da, wo ein Nervenschläuchchen von einem Nervenbündel abgeht, oder zu einem solchen stösst, dasselbe nur neben den übrigen Nervenschläuchchen gelagert, juxtaponirt ist, und sich auf keine Weise mit denselben verbindet. In den Nervensträngen wird das gleiche Verhalten der Nervenschläuchchen dadurch erwiesen, dass die einzelnen schwärzlichen Linien, welche auf ihrer Oberfläche sich zeigen, und welche die seitlichen Begränzungen der einzelnen Primitivfasern darstellen, grosse Strecken weit parallel neben einander laufend verfolgt werden können, ohne dass man irgendwo eine Vermischung derselben, ein Uebergehen der einen in die anderen wahrnimmt. Je weniger ein solcher Nervenstrang Primitivfasern enthält, desto deutlicher und mehr von einander getrennt erscheinen diese schwärzlichen Linien, weil dann die Primitivfasern mehr in der Fläche ausgebreitet neben einander liegen, und das Nervenbündelchen keinen ganz runden Strang mehr darstellt.

Schliesslich muss ich noch in Bezug auf eine mögliche Täuschung bei Untersuchung dieser Nervenendigungen angeben, dass man öfters neben und auf den einzelnen Primitivfasern, ebenfalls auf den Muskelfibern, feiner netzartig verbundener Fasern gewahr wird, die ein ungemein zartes

und feines Netzwerk darstellen, und je nachdem es sich nun gerade zufälligerweise trifft, dass eine verschwindende Primitivfaser mit ihrem scheinbaren Ende in die Nähe eines solchen feinen Netzes gelangt, könnte man versucht werden, zu glauben, die Primitivfasern laufen in solche Netze aus; allein da würde man sich sehr täuschen, denn wenn man dieses Netz genauer untersucht, so wird man finden, dass es auf keine Weise mit der Primitivfaser in Zusammenhange steht, und dass es nur die Grundlage der feinen Zellgewebhaut ist, welche zwischen den verschiedenen Schichten von Muskelfibern sich befindet. Davon kann man sich dadurch überzeugen, dass man, während der Beobachtung dieses Netzes durch das Mikroskop, mit einer feinen Nadel dasselbe berührt und behutsam wegzieht, alsdann sieht man das Netz entfernt werden und die Primitivfaser ganz unverändert und ruhig so zurückbleiben, wie man sie vorher durch das Netz gesehen hatte; diese Beobachtung habe ich, gerade so wie sie hier angegeben wurde, mehrmals gemacht, und immer dabei das gleiche Verhalten der Primitivfasern gefunden.

Aus allen den bisher mitgetheilten Beobachtungen über die Endigungsweise der Nerven geht nun als Endresultat mit Bestimmtheit hervor, dass es bogenförmige Endigungen der Nervenfasern in dem Muskelgewebe giebt. Diese sind von mir in den Bauchmuskeln von Fröschen auf das Unzweideutigste beobachtet und darnach auch, wie ich versichern kann, treulich beschrieben worden; zugleich habe ich die Mittel und Wege angegeben, vermittelst welcher ich zu diesen Beobachtungen gelangt bin, und vermittelst welcher auch Andere das Gleiche wahrnehmen und dadurch bestätigen können. Wenigstens mache ich mich anheischig, Jedem, der einige Stunden bei mir ausharren will, diese bogenförmige Endigungsweise der Nerven zu zeigen. Eine solche Zeit wird desshalb dazu erfordert, weil ein Muskel zu diesen Beobachtungen nicht so schnell präparirt ist, und die Präparation öfters auch nicht auf das erste Mal gelingt.

Wie aus der so eben mitgetheilten Beschreibung hervorgeht, bezieht sich diese Endigungsweise der Nerven natürlich bloss auf die grossen motorischen Fasern in den Muskeln, welche eben wegen ihrer Stärke am leichtesten sich verfolgen lassen. Wie die sensiblen und organischen Fasern enden, darüber habe ich bis jetzt noch keinen Aufschluss erhalten können. Es ist dies ein Vorwurf für fernere Untersuchungen, welchen noch Vieles in Beziehung auf diesen Punkt zu leisten übrig bleibt, indem die genaueren Untersuchungen über die Endigungsweisen der Nerven eigentlich erst jetzt begonnen haben, wie aus den unter I angeführten Beobachtungen über die Endigungsweise der Nerven leicht zu ersehen ist. Ja, es wäre selbst noch möglich, wiewohl für mich kaum wahrscheinlich, dass die motorischen Fasern ausser einer bogenförmigen, daher in sich geschlossenen Endigung, noch auf eine zweite andere Weise ausgehen. Natürlich können nur vielfach wiederholte Beobachtungen in verschiedenen Muskeln darüber mit Bestimmtheit entscheiden. Ich kann nur so viel sagen, dass mir eine andere Endigungsweise der Nerven, als die angegebene, sei es nun ein wirklich freies Ende, oder eine noch feinere Zertheilung der Primitivfasern u. s. w., bei meinen bis jetzt darüber angestellten sehr zahlreichen Untersuchungen nicht vorgekommen ist. Ich werde übrigens fortfahren, diesen einmal vorgenommenen so wichtigen Gegenstand noch weiter zu erforschen; mögen Andere mithelfen.

Ich erlaube mir nun noch, über einzelne der schon im ersten Theile dieser Abhandlung angeführten Beobachtungen, welche mit den meinigen allfällig verglichen werden könnten, einige Bemerkungen zu machen.

Obschon von den von mir beschriebenen bogenförmig endenden Primitivfasern nicht gerade gesagt werden kann, dass dieselben dadurch Schlingen bilden, indem man, wie ich oben angegeben habe, nicht sehen kann, wo und wie die einen solchen Bogen bildenden Primitivfasern wieder neben einander zu liegen kommen, und es desshalb auch unentschieden bleibt, ob die von den Centraltheilen zu der Peripherie hinlaufenden, und die von der Peripherie zu den Centraltheilen wieder zurückgehenden Nervenfasern neben einander oder von einander entfernt vielleicht sogar durch verschiedene Wurzeln mit den Centraltheilen zusammenhängen, und daher zwei einen peripherischen Bogen bildende Primitivfasern wirklich keine Schlingen, sondern nur einen sehr langen, zwischen der Peripherie und dem Centrum gelegenen Bogen bilden, so haben doch diejenigen, welche eine schlingenförmige Endigung der Nervenfasern gesehen haben wollen, mit meinen Beobachtungen das gemein, dass sie keine freie, sondern eine in sich geschlossene Endigung der Nervenfasern annahmen.

Zu den Beobachtern, welche diese Ansicht aufstellten, gehören *Rudolphi, Prevost* und *Dumas.* Allein von diesen Beobachtern lässt sich nachweisen, dass diese schlingenförmigen Endigungen, welche sie an den Nerven gesehen haben wollen, theils sich nur auf kleinere Nervenbündel und nicht auf die letzten Primitivfasern beziehen, theils auf unrichtigen Beobachtungen, ja bloss auf Fictionen beruhen. Bei neuen Beobachtungen über diesen Gegenstand konnte man daher nicht auf eine Bestätigung von früheren ausgehen, sondern musste die Sache als etwas noch ganz Unbekanntes, auf selbst zu bahnenden Wegen suchen.

Die berühmte physiologische Autorität *J. Müller* äussert sich über diese Beobachtungen von *Rudolphi, Prevost* und *Dumas* folgendermassen: »Wie sich die Enden der Nerven verhalten, ist noch *ganz unbekannt.* Dass sie Netze bilden, wie *Rudolphi* nach den Nerven der Zunge bemerkt, gilt bloss von den mit blossen Augen sichtbaren Nervenfäden, und das sind auch keine Netze, sondern strickwerkartige Vertheilungen der Fasern, ohne dass die Primitivfasern sich eben verbinden. Auch was *Prevost* und *Dumas* von den Nervenschlingen auf den Muskelbündeln bemerken, erleidet denselben Einwurf.«

Rudolphi hat allerdings durch blosse Präparation von Muskeln mit dem Messer eine solche schlingenförmige Endigung der Nerven dargestellt, was natürlich nur von grösseren Nervenbündeln, welche noch mit blossem Auge sichtbar sind, gelten kann, und die eigentliche Endigungsweise der einzelnen Primitivfasern hat *Rudolphi* daher nicht gesehen.

Prevost und *Dumas* hingegen brauchten bei ihren Untersuchungen das zusammengesetzte Mikroskop, und wandten selbst eine 2—300malige Vergrösserung an; man könnte daher vermuthen, dass diese wirklich die Endigungsweise der Primitivfasern beobachtet hätten; allein, dass dem nicht so ist, und *dass dieselben ebenfalls nur kleinere Nervenbündel und nicht einzelne Primitivfasern gesehen haben,* davon wird man sich bald überzeugen müssen, wenn man ihre Beschreibung und ihre Abbildungen von den Nervenenden einer genaueren Prüfung unterwirft. Auf keiner der IV über die Endigungsweise der Nerven gegebenen Abbildungen ist die Endigungsweise einer einzelnen Primitivfaser, so wie dieselbe unter dem Mikroskop wirklich erscheint, dargestellt. Auf Fig. II, wo die schlingenförmige Endigung der Nerven dargestellt ist, sind es immer nur Bündel von zwei, drei, vier und mehr Primitivfasern, welche die Schlinge bilden, und nicht eine einzelne. — Dass die einzelnen Primitivfasern nicht aus vier noch feineren Fäden (fibres élémentaires) bestehen, weiss man

jetzt mit Bestimmtheit, und doch bilden *Prevost* und *Dumas* den Abgang solcher feiner Fäden auf dem Muskelgewebe ab; diese Abbildung kann daher nur einer Einbildung und nicht einer treuen Beobachtung ihre Existenz verdanken. Merkwürdig in dieser Beziehung ist die Fig. III. Hier sieht man auf der unteren Hälfte des Muskelstückes zwei neben einander liegende Primitivfasern, wie sie sich wirklich unter dem Mikroskop zeigen, davon gehen nun nach rechts und nach links gegen acht feine Nervenfäden ab, und doch bleiben die zwei Primitivfasern, von welchen sie ausgehen, immer dieselben. Offenbar kann also diese Zeichnung nicht richtig sein. Uebrigens sieht man von dem Abgange solcher feiner Fäden, wie sie *Prevost* und *Dumas* abgebildet haben, auch bei einer viel stärkeren Vergrösserung, als sie die genannten Beobachter anwandten, keine Spur, indem dieselben gar nicht existiren. Ebenso stellt sich die Verzweigung der Nerven auch nicht so dar, wie sie auf Fig. I abgebildet ist. Auf dieser sieht man nicht einmal schlingenförmige Endigungen der Nerven, sondern dem grössten Theile nach freie Enden derselben. Die Fig. IV stellt das Gleiche dar was Fig. III.

Diesem nach geht aus den Beobachtungen von Prevost und Dumas selbst hervor, *dass sie die Endigungsweise der einzelnen Primitivfasern nicht wirklich gesehen haben,* auch wenn es sich zufälligerweise getroffen hätte, dass die Nerven schlingenförmig enden, und der treffliche *J. Müller* sagt daher auch noch nach diesen Beobachtungen in Bezug auf die Endigungsweise der Nerven ganz mit Recht: »Wie sich die Enden der Nerven verhalten, ist noch ganz unbekannt.«

Ich glaubte, diese Bemerkungen desshalb machen zu müssen, um die verschiedenen bis jetzt über die Endigungsweise der Nerven gemachten Beobachtungen in das gehörige Licht zu setzen, was mir bei diesem Gegenstande um so nöthiger schien, damit nicht als Folge einer nur oberflächlichen Beurtheilung dieser Beobachtungen, das Verdienst der Entdeckung des wirklichen Verhaltens der Primitivfasern an ihrem peripherischen Ende unrechtmässigen Bewerbern zuertheilt werde.



III.

EINIGE FOLGERUNGEN AUS DEN EBEN MITGETHEILTEN BEOBACHTUNGEN IN BEZUG AUF NERVENPHYSIOLOGIE UND NERVENPATHOLOGIE.



Die genauere Kenntniss der feineren anatomischen Verhältnisse verschiedener Gewebe hat schon zu den wichtigsten physiologischen Aufschlüssen geführt, indem die physiologische Bedeutung mancher Gewebe zum Theil allein schon aus ihrer anatomischen Beschaffenheit hervorgeht, erstere wenigstens ohne die letztere nie ganz klar werden kann. Man hat dieses erkannt, und bearbeitet desshalb gegenwärtig auch so eifrig das Feld der mikroskopischen Anatomie, worin man in kurzer Zeit bereits so Schönes geleistet hat. Die Zeit ist vorüber, in welcher man an der Auffindung so feiner, dem unbewaffneten Auge unerforschbarer Verhältnisse verzweifelte; die Erfahrung hat diese Vorurtheile für immer beseitigt. Wenn sich dieses ziemlich allgemein in Beziehung auf physiologische Gegenstände überhaupt sagen lässt, so gilt es noch ganz besonders in Bezug auf die feinere Anatomie des Nervensystems. Wie wichtig ist in der Art nicht die Beobachtung für die Nervenphysik geworden, dass die einzelnen Primitivfasern in den Nerven immer bloss juxtaponirt sich befinden, und nicht mit einander verschmelzen? Auch ist es noch nicht lange her, dass man Gehirn und Rückenmark aus einer homogenen, breiartigen Masse, oder aus lauter Kügelchen bestehen liess. Ehrenberg hat nun in diesen Theilen einen eigenthümlichen faserigen Bau nachgewiesen. Von den Nerven weiss man jetzt auch schon, dass sie verschiedene Arten von Fasern enthalten, wie ich grössere und kleinere in den vordern und hintern Rückenmarkswurzeln gefunden habe, und ich bin fest überzeugt, dass es nicht mehr lange gehen wird, so erkennt man die verschiedenen Qualitäten eines Nerven einzig und allein aus der verschiedenen Beschaffendeit seiner Primitivfasern.

Die grössten Aufschlüsse für die Nervenphysiologie hat man unstreitig jetzt davon zu erwarten, dass man einerseits die peripherische Endigungsweise der Nerven, andererseits den Ursprung derselben aus den Centraltheilen und ihr weiteres Verhalten in diesen kennen lernt. Enden die Nerven frei, oder sind sie in sich geschlossen nach Analogie des Gefässsystems? Behält jede einzelne Primitivfaser an ihrem Ende ihre Selbstständigkeit, oder vermischt sie sich mit den andern, so dass hier eine innige Verbindung der sonst getrennt verlaufenen Fasern stattfindet? Dieses sind Fragen, von deren Beantwortung ungemein viel abhängt. Das Gegenstück dazu bilden die Ursprünge der Nerven aus den Centraltheilen. Dass die Nervenfasern nicht bloss oberflächlich mit diesen Theilen zusammenhängen, ist wohl ganz gewiss, da die Centraltheile eine Menge von Fasern enthalten, da man schon mit blossen Augen die Nervenursprünge etwas in diese Theile hinein verfolgen kann, und da Ehrenberg wirklich einen Uebergang von varicosen Hirn- und Rückenmarksfasern in cylindrische Nervenfasern verfolgt hat. Allein, auch abgesehen von diesen anatomischen Beweisen, könnten wir uns die Wirkungsweise der Nerven durchaus nicht erklären, ohne die Annahme, dass die Primitivfasern der Nerven sich noch weiter hinein in's Hirn und Rückenmark fortsetzen, und da ebenfalls eine gewisse Selbstständigkeit behaupten. Der verschiedene Werth verschiedener Partien der Centraltheile für gewisse Nervenfunctionen beweist ziemlich bestimmt, dass hier Sammelplätze für gewisse Nervenfasern vorhanden sein müssen, in welchen dieselben zusammenkommen. Dass aber ferner Gehirn und Rückenmark nicht lediglich aus einer solchen Vereinigung aller Nervenfasern bestehen können, beweist die Grösse derselben; daher scheint es auch, noch eigene für sich bestehende Theile zu geben, mit welchen die Nerven entweder unmittelbar oder mittelbar durch eigene Leitungsapparate in Verbindung stehen, welche letztere zugleich die verschiedenen Verbindungen der einzelnen Nerven unter einander, und ganzer Nervenpartien unter sich, wie sie sich in der oft so zusammengesetzten Nerventhätigkeit augenscheinlich kund geben, vermitteln. Ein sehr zusammengesetzter, überaus kunstreicher, faseriger Bau der Centraltheile des Nervensystems ist daher wohl kaum zu bezweifeln, und diesen auszumitteln, möchte wohl jetzt als eine der wichtigsten, aber auch schwierigsten Aufgaben in der physiologischen Nervenanatomie dastehen.

Ein schöner Anfang zur Lösung dieser grossen Aufgabe ist nun bereits gemacht worden durch die Auffindung der Endigungsweise motorischer Fasern in den Muskeln. Diese wirft uns jetzt schon ein helleres Licht auf die Mechanik des Nervenprincips, und ist auch sehr geeignet, uns bei ferneren Untersuchungen über diesen Gegenstand rascher und sicherer weiter zu führen.

Was sich meiner Ansicht nach aus dieser aufgefundenen Endigungsweise motorischer Fasern in den Muskeln in Bezug auf die Nervenphysik mit Sicherheit folgern lässt, ist Folgendes:

1) *Die Primitivfasern der Nerven sind an ihrem peripherischen Ende eben so durchgreifend von einander getrennt, und behaupten ihre Selbstständigkeit, als dies in den Nerven der Fall ist zwischen ihrem centralen und ihrem peripherischen Ende. Daher findet auch in der peripherischen Ausbreitung der Primitivfasern keine gegenseitige Mittheilung des in ihnen thätigen Nervenprincips statt, so wenig als in den Nervenstämmen, sondern jede einzelne Primitivfaser äussert ihren Einfluss für sich in denjenigen Theilen, mit welchen sie zunächst in Berührung steht.*

So lange man eine einzelne Primitivfaser noch nicht bis an ihr Ende verfolgen konnte, war dieser Satz, obschon nach den Erscheinungen der Nerventhätigkeit als gewiss vorauszusetzen, doch noch nicht durch die anatomischen Verhältnisse der einzelnen Primitivfasern an ihrem Ende

erwiesen, wenigstens konnte man sich von dieser isolirten Wirkung der Primitivfasern an ihrem peripherischen Ende keine richtige Anschauung bilden. Jetzt aber, nachdem sich das isolirte Verhalten motorischer Primitivfasern in ihrer letzten Verbreitung auf das Bestimmteste herausgestellt hat, kann obiger Satz sowohl als anatomische, als physiologische Thatsache betrachtet werden.

Zwar hat man dieses isolirte Verhalten der Primitivfasern bis jetzt bloss noch an in Muskeln sich verbreitenden Fasern gesehen, allein, dass auch in andern Theilen ein gleiches Verhalten der Nervenfasern stattfindet, ist nicht zu bezweifeln, da sich die Isolation der Nervenwirkung ebenso in sensiblen als in motorischen Nerven zeigt, und sich aus gleichen Erscheinungen auch auf gleiche Ursachen schliessen lässt. Die Erscheinungen, welche in dieser Beziehung sensible und motorische Nerven zeigen, bilden eine schöne Parallele. Reizt man einen, motorische Fasern enthaltenden Nervenstamm, z. B. den Nervus ischiadicus eines Frosches, so erfolgen Zuckungen in allen Muskeln, welche von diesem Stamme Nervenfasern erhalten, daher zuckt das ganze Bein; reizt man hingegen nur eine der den Ischiadicus zusammensetzenden vorderen Rückenmarkswurzeln, wie ich das öfters gethan habe, so erfolgen Zuckungen nur in einzelnen Muskelpartien; theilt man künstlich eine solche Nervenwurzel in mehrere einzelne Partien, und reizt dann eine solche einzelne Partie derselben, so werden die Zuckungen noch mehr beschränkt, und man sieht hieraus deutlich ein, dass, wenn es möglich wäre, eine solche Nervenwurzel künstlich in ihre einzelnen Primitivfasern zu zerlegen, und dann eine einzelne Primitivfaser zu reizen, man dadurch nur in einzelnen Muskelfibern Zuckungen hervorrufen könnte. Sehr beschränkte Zuckungen kann man am besten dadurch hervorrufen, dass man die Schenkelmuskeln eines Frosches mit der Spitze eines Messers sticht oder quetscht, dadurch werden einzelne Primitivfasern oder nur sehr kleine Nervenbündel gereizt, und es erfolgen um die Messerspitze herum in den Muskelfibern sehr beschränkte Zuckungen.

Ebenso verhält es sich mit den sensiblen Nerven. Reizt man einen ganzen Nervenstamm, so hat man Empfindungen in allen Theilen, welche von diesem Stamme Nervenfasern erhalten, reizt man nur einzelne Theile desselben, wie man das an oberflächlich liegenden Nerven an sich selbst machen kann, so hat man nur in einzelnen Theilen Empfindungen. Wie man in Muskeln durch Quetschung derselben und daherige Reizung ihrer feineren Nervenzweige ganz beschränkte Zuckungen hervorrufen kann, so kann man auch in empfindlichen Theilen, z. B. in der Haut, durch Reizung derselben eine ganz beschränkte und bestimmte Empfindung hervorbringen, und die Bestimmtheit und Feinheit der Empfindung eines Theiles steht immer in genauem Verhältnisse zu der Menge sensibler Primitivfasern, die er erhält.

Bei einer solchen Uebereinstimmung in den Erscheinungen lässt sich daher wohl mit Bestimmtheit schliessen, dass, wie in den Muskeln, so auch in bloss empfindenden Theilen, die sensiblen Primitivfasern an ihrem peripherischen Ende ebenfalls ganz isolirt bleiben. Direkte Beobachtungen werden übrigens dieses gewiss bald selbst nachweisen.

Somit haben wir nun alle nöthigen Mittel an der Hand, um zu erklären, wie sowohl ganz beschränkte Bewegungen in Muskeln durch Action einzelner motorischer Primitivfasern, als auch ganz beschränkte, isolirte Empfindungen in empfindlichen Theilen durch Action einzelner sensibler Fasern entstehen können.

2) *Das Nervenprincip wirkt in der peripherischen Ausbreitung der motorischen Primitivfasern durch Vermittlung anderer, von den Primitivfasern verschiedener Theile auf Distanz.*

Auch dieser Satz lässt sich aus der anatomischen Beschaffenheit der Endigungsweise der Primitivfasern, wie es mir scheint, nachweisen. Es findet hiebei ein ganz ähnliches Verhalten statt, wie bei dem Capillargefässsysteme. Nicht an jedem Punkte des Körpers befinden sich Capillargefässe, diese lassen im Gegentheil bald grössere, bald kleinere freie Zwischenräume zwischen sich, welche man Maschen nennt, und doch geht auch in diesen freien Zwischenräumen die Ernährung vor sich, indem jeder einzelne Punkt des Körpers an der immerwährenden Metamorphose, dem Stoffwechsel, Theil nimmt. Die Absonderung verschiedener Stoffe in den Absonderungsorganen geschieht durch die Häute der Gefässe hindurch, aus ihnen in andere Kanäle, also auch auf Distanz.

Vergleicht man nur obenhin die Menge von Nervenfasern, welche zu den Muskeln einer Extremität gehen, so sieht man schon gleich ein, dass unmöglich jede einzelne Muskelfiber aller dieser verschiedenen Muskeln eine eigene Primitivfaser erhalten kann, und doch ist bei Bewegungen dieser Extremität jede einzelne Muskelfiber in Thätigkeit. Man könnte sich bei der Erklärung dieser Erscheinung nur dadurch helfen, dass man annehmen würde, die einzelnen in den Nerven enthaltenen Primitivfasern vertheilen sich an ihrem peripherischen Ende noch in eine Menge viel feinerer Fasern, welche sich nun für die einzelnen Muskelfibern verbreiten.

Allein die mikroskopische Anatomie weist eine solche Vertheilung nicht nach, sondern zeigt vielmehr, dass eine einzelne Primitivfaser, ohne sich weiter noch in feinere Fäden zu vertheilen, über eine, bald grössere, bald geringere Menge von Muskelfibern quer hingeht, also wirklich, worauf schon obige ungenaue Vergleichung hinweist, mehrere Muskelfibern zugleich versieht, und die Muskelfibern daher keineswegs überall an allen Punkten von Nervenfäden umschlungen sind. Es geht daraus hervor, dass es hinreicht, um eine Muskelfiber in Action zu bringen, dass sie nur an irgend einer Stelle, oder, je nach ihrer Länge, an verschiedenen Stellen von einer Nervenfaser berührt wird, wodurch eine Mittheilung des motorischen Nervenprincips an die einzelnen Muskelfibern erfolgen muss, welches alsdann die ganze Muskelfiber an allen Punkten in Thätigkeit versetzt. Hier findet also eine Wirkung des Nervenprincips auf Distanz statt, durch die häutige Umhüllung, welche das Mark der Primitivfaser einschliesst, hindurch. Obgleich ich wohl weiss, dass Nervenfluidum und elektrisches Fluidum in manchen Wirkungen wesentlich von einander verschieden und daher keineswegs identisch sind, so muss ich doch hier zum besseren Verständniss anführen, dass diese Mittheilung des motorischen Nervenprincips an die Muskelfibern etwa so gedacht werden muss, wie das Ueberströmen des elektrischen Fluidums, wenn man mit einem geladenen Conductoren in Berührung kommt, und nur eine solche Mittheilung des Nervenprincips verstehe ich darunter, wenn ich von der Wirkung des Nervenfluidums auf Distanz spreche. Es ist dies daher verschieden von der Annahme einer Nervenatmosphäre, wie sie *Reil* und *Alex. v. Humboldt* gehabt haben, denn gegen eine solche sprechen mancherlei Erscheinungen. Damit eine Entladung des Nervenprincips, welches in den Primitivfasern gebunden enthalten ist, stattfinde, ist unmittelbare Berührung derselben mit Muskelfibern nothwendig, aber auch gerade mit diesen, welche in gegenseitiger, kräftiger Beziehung zu einander zu stehen scheinen, indem sich die Primitivfasern, so lange sie neben einander liegen und von keinen andern Theilen als ihren Nervenscheiden umgeben sind, nicht entladen, sondern nur, sobald sie einzeln mit andern Theilen in Berührung kommen, welche gleichsam zur Aufnahme dieses Nervenfluidums befähigt sind.

Eine ähnliche Wirkung des Nervenfluidums auf Distanz scheint auch bei den organischen Nervenfasern angenommen werden zu müssen.

Ein Anderes ist es dagegen bei den sensiblen Fasern, denn ihre Wirkung ist keine centrifugale, sondern eine centripedale; eine Entladung erfolgt daher hier nicht an dem peripherischen, sondern an dem centralen Ende derselben. Gewiss ist übrigens hier, so wenig als wie bei den motorischen Fasern, eine Nervenatmosphäre vorhanden, denn eine Empfindung erfolgt nur durch mittelbare oder unmittelbare Reizung der Nervenfasern. Daher ist auch eine so grosse Menge von Nervenmark nothwendig, wie z. B. bei den höheren Sinnesnerven, wenn auf einer kleinen Fläche, z. B. der Netzhaut des Auges, fast jeder einzelne Punkt empfindlich sein soll, was bei der Existenz einer solchen sensiblen Nervenatmosphäre nicht erforderlich wäre.

3) *Die bogenförmige Endigungsweise der motorischen Nervenfasern führt zu der Annahme, dass es von den Centraltheilen zu der Peripherie gehende, und umgekehrt von der Peripherie zu den Centraltheilen zurückkehrende Primitivfasern giebt.*

Auf der einen Seite tritt nämlich eine Primitivfaser aus einem Nervenbündel heraus, beschreibt einen Bogen, und kehrt dann wieder in ein anderes Nervenbündel zurück. Da man nun nirgends eine Verbindung, ein Verschmelzen der einzelnen Primitivfasern unter einander in den Nervensträngen wahrnimmt, sondern überall nur eine Juxtaposition derselben stattfindet, so muss man annehmen, dass die zwei Primitivfasern, welche einen solchen Bogen mit einander zusammensetzen, von der Peripherie bis zu den Centraltheilen immer getrennt für sich bestehend verlaufen, und daher nach Analogie des Gefässsystemes eine Primitivfaser als die von den Centraltheilen ausgehende, die andere als die zu den Centraltheilen zurückkehrende zu betrachten ist.

Welche Rolle diese beiden Primitivfasern in Bezug auf die Leitung des Nervenfluidums spielen, ist schwer zu bestimmen. Es sind hiebei verschiedene Annahmen möglich. Entweder kann man annehmen, dass das Nervenfluidum durch eine Primitivfaser von den Centraltheilen zu den peripherischen Theilen strömt, und dann durch die andere Primitivfaser theilweise wieder zu den Centraltheilen zurückkehrt, was gleichsam einen Kreislauf des motorischen Nervenfluidums begründen würde. Oder man kann sich vorstellen, dass beide Primitivfasern das Nervenfluidum von den Centraltheilen zu der Peripherie hin führen, und dann in der bogenförmigen Endigung eine Entladung dieses von beiden Primitivfasern hergeleiteten Nervenfluidums stattfindet. Oder endlich könnte man auch annehmen, dass die eine Primitivfaser wirklich nur die von den Centraltheilen zu der Peripherie hinleitende ist, und dadurch die Eigenschaft einer motorischen Faser erhält, die andere hingegen nur im Stande ist, an der Peripherie erhaltene Eindrücke zu den Centraltheilen zu leiten, und dadurch die Rolle einer sensiblen Faser spielt.

Diese verschiedenen Möglichkeiten haben einen verschiedenen Grad von Wahrscheinlichkeit. Was zuerst die zuletzt ausgesprochene Ansicht betrifft, so lässt sich dagegen Mehreres anführen, wodurch dieselbe ziemlich unwahrscheinlich wird. Wäre nämlich die eine einen solchen Bogen mitbildende Primitivfaser immer die empfindende, die andere die bewegende, so müssten die Bewegung und die Empfindung eines Theiles immer in genauem Verhältnisse zu einander stehen, was schon nicht der Fall ist. Die Muskeln gehören im Ganzen nicht zu den sehr empfindlichen Theilen, was doch der Fall sein müsste bei der grossen Menge von Nerven, welche sie erhalten, dagegen zeigen die Muskeln in hohem Grade Bewegung. Ebenso kommt man mit dieser Annahme auch auf Widersprüche,

wenn man fast nur empfindende Theile berücksichtiget; welche Function hätten dann hier die motorischen Fasern? Man könnte freilich hiebei sagen, dass diese Theile auch Bewegungen zeigen, aber wegen Verschiedenheit des Gewebes nur Bewegungen anderer Art als die der Muskeln, allein dieser Ausweg ist doch nicht genügend. Denn wenn dies wirklich der Fall wäre, so müsste man durch Reizung eines z. B. zu der Haut gehenden Nerven eben so gut Bewegungen in derselben, wenn auch von weit schwächerem Grade, hervorbringen können, als wenn man einen zu einem Muskel gehenden Nerven reizt, was wieder nicht der Fall ist. Auch spricht dagegen die bogenförmige Endigungsweise der Nerven selbst, denn an welchem Punkte des Bogens wäre dann die Gränze festzusetzen, wo der motorische Theil der Faser aufhört, und der sensible seinen Anfang nimmt?

In Bezug auf die zweite Annahme lässt sich etwas Gewichtiges weder dagegen, noch dafür sagen, sowohl Beweise als Gegenbeweise fehlen. Das Einzige, was man etwa dagegen einwenden könnte, ist, dass man nicht einsieht, warum die in den Muskeln sich verbreitenden Primitivfasern, welche demnach alle das Nervenfluidum von dem Centrum zu der Peripherie leiten würden, an ihrem Ende bogenförmig mit einander verbunden sind, und zwar so, dass immer je zwei und zwei einen Bogen zusammen bilden.

Am wahrscheinlichsten bleibt daher nach diesem die erste Annahme, indem ich wenigstens nicht einsehe, was dagegen vorgebracht werden könnte, wohl aber giebt es mehrere Gründe dafür, welche ich unter der folgenden Nummer auseinandersetzen werde.

4) *Die Erscheinungen der Muskelthätigkeit und die bogenförmige Endigungsweise der motorischen Nervenfasern sprechen für eine continuirliche Strömung, für eine Circulation des Nervenfluidums in den motorischen Nerven.*

Alle Muskeln sind während des Lebens in einer immerwährenden Thätigkeit, diese Thätigkeit ist bald von der Art, dass sie sich durch auffallende, deutlich sichtbare Bewegungen kund giebt, bald aber nur in einer fast kaum wahrnehmbaren, daher unmerklichen Bewegung, Oscillation, der einzelnen Muskelfibern besteht. Diese letztere Bewegung zeigen alle Muskeln im Zustande ihrer scheinbaren Ruhe. Die stärkeren, deutlich sichtbaren Bewegungen der Muskeln erfolgen während des Lebens entweder nur periodisch von Zeit zu Zeit, wie z. B. bei den der Willkühr unterworfenen Muskeln, oder sie dauern continuirlich während des ganzen Lebens fort, wie z. B. die Bewegungen organischer Muskeln.

Die beständige Thätigkeit der Muskeln auch im Zustande scheinbarer Ruhe geht aus verschiedenen Erscheinungen unzweifelhaft hervor. Durchschneidet man z. B. auf einer Seite des Gesichts Muskeln, welche mit Theilen zusammenhängen, in die auf der entgegengesetzten Seite ebenfalls antagonistische Muskeln eingehen, auch wenn diese Muskeln in einem völligen Zustande von Ruhe zu sein scheinen, so erfolgt doch im nächsten Augenblicke nach der Durchschneidung auf der einen Seite eine Verziehung des Theiles nach der andern Seite hin, was die immerwährende Thätigkeit, Spannung der auch scheinbar ruhenden Muskeln deutlich beweist, denn diese Verziehung erfolgt nicht durch eine besondere auffallende Action der antagonistischen Muskeln, sondern ist bloss die Folge der immerwährenden unmerklichen Spannung, Oscillation, der Muskelfibern, welche während des ganzen Lebens statt hat. Dass die nächste Veranlassung dieser beständigen Muskelthätigkeit die Nerven sind, geht daraus hervor, dass man die gleichen Erscheinungen auch

hervorbringen kann, ohne alle Verletzung der Muskeln, durch blosse Durchschneidung der zu diesen Muskeln gehenden Nervenäste. Krankhafterweise treten diese Zustände als halbseitige Lähmungen der motorischen Nerven häufig auf. Oefters kömmt es auch vor, bei beginnenden Lähmungen, dass die im gesunden Zustande kaum wahrnehmbaren Oscillationen der Muskelbündel stärker erscheinen, so dass man ein fast beständiges Zucken derselben beobachten kann. Eines sehr interessanten Falles der Art erinnere ich mich aus *Chelius* Poliklinik in Heidelberg. Es stellte sich nämlich daselbst einmal ein Mann vor, welcher vor einiger Zeit einen ziemlich heftigen Fall auf das Kreuz erlitten hatte. Anfänglich stellten sich keine besondere Zufälle ein. Nach einiger Zeit aber klagte derselbe über fortdauernde Zuckungen in den Oberarm-, Brust- und Rückenmuskeln, und wirklich sah man bei der Entblössung dieser Körpertheile die diese Muskeln bedeckende Haut durch die immerwährenden partiellen Zuckungen der unterliegenden Muskelbündel in einer steten undulirenden Bewegung oder Oscillation. Diese Erscheinungen dauerten nach der Aussage des Mannes schon seit geraumer Zeit.

Deutlich beurkundet sich diese beständige Thätigkeit der Muskelfibern auch in einigen besondern Muskeln, wie z. B. in den Sphincteren, dem Sphincter ani und dem Sphincter vesicæ urinariæ, welche, wenn eine willkührliche Einwirkung dieselben nicht erschlafft, in einer beständigen Contraction sich befinden, die alsobald aufhört, wenn ihre Nerven durch Verletzung mit den Centraltheilen ausser Zusammenhang gebracht werden, oder eine Lähmung der Centraltheile vorhanden ist, in welchem Falle dann Harn und Stuhl unwillkührlich abgehen, wie dies so häufig in Spitälern beobachtet werden kann.

Man kann übrigens die beständige Thätigkeit der Muskeln auch noch auf die evdienteste Weise an stärkeren, daher deutlich sichtbaren und fortdauernden Bewegungen mancher Muskeln erkennen, wie z. B. an den rhytmisch erfolgenden Bewegungen des Herzens, an den Athmungsbewegungen, an den peristaltischen Bewegungen des Darmkanals u. s. w.

Aus allem diesem geht daher mit Bestimmtheit hervor, dass die Muskeln, auch die, welche keine beständigen, deutlich wahrnehmbaren Bewegungen zeigen, in unaussetzender Thätigkeit sind. Da nun diese Thätigkeit der Muskeln nur unter dem ungehinderten Einflusse des motorischen Nervenprincips statt hat, so folgt daraus, dass dieser Einfluss ein beständiger, continuirlicher sein muss, dass das motorische Nervenprincip immerwährend von den Centraltheilen durch die Primitivfasern zu den Muskeln strömt, und so die beständige unmerkliche Oscillation oder deutlich wahrnehmbare Bewegung derselben unterhält.

Würden nun die Primitivfasern der Nerven an ihrem peripherischen Ende frei enden, so müsste man wohl annehmen, dass an diesem freien Ende das Nervenfluidum immer ausströme. Da nun aber die Primitivfasern nicht frei, sondern bogenförmig, daher in sich geschlossen, enden, und da wir unter 3) dargethan haben, dass es am wahrscheinlichsten ist, dass eine der einen Bogen bildenden Primitivfasern die von den Centraltheilen zu der Peripherie hingehende, die andere die von der Peripherie zu den Centraltheilen zurückkehrende ist, so liegt es nun ungemein nah, anzunehmen, dass durch diese bogenförmige Endigungsweise der Primitivfasern ein beständiger Strom, eine Circulation des Nervenfluidums vom Centrum zur Peripherie, und umgekehrt, vermittelt werde. Keine Thatsache steht mit dieser Annahme im Widerspruche, wohl aber lassen sich mit derselben die verschiedenen Erscheinungen der Muskelthätigkeit ungezwungen erklären. Das

Verhalten der motorischen Primitivfasern in den Centraltheilen kann hierüber noch genaueren Aufschluss geben.

Dieser Kreislauf des motorischen Nervenprincips findet bald in stärkerem, bald in schwächerem Grade statt, wie die verschiedene Schnelligkeit und Stärke der Herz-, der Athmungs- und der Darmbewegungen beweisen. Bei den willkührlichen Bewegungen erfolgen durch die Primitivfasern der willkührlichen Muskeln periodische stärkere Strömungen, welche durch die Willensthätigkeit veranlasst werden. Oefters sehen wir aber auch in krankhaften Zuständen unwillkührlich in sonst der Willkühr unterworfenen Muskeln solche stärkere Strömungen entstehen, welche bald längere, bald kürzere Zeit anhalten, und dadurch die Muskeln in erhöhte Thätigkeit setzen, wie z. B. in den tetanischen Krämpfen, in welchen diese Strömungen des motorischen Nervenprincips so stark sind, dass die einzelnen Muskelpartien dadurch in eine überaus heftige, längere Zeit andauernde Contraction versetzt werden. Beim Trismus ist diese Strömung oft so stark und anhaltend, dass die Kaumuskeln mehrere Stunden lang in einer solchen heftigen Contraction erhalten werden, und der Unterkiefer von dem Oberkiefer auf keine Weise entfernt werden kann. Aehnliches findet in den epileptischen Anfällen und noch in manchen andern Nervenkrankheiten statt, deren Erscheinungen in diesen Strömungen des Nervenprincips ihre Erklärung finden.

Selten finden solche krankhaft verstärkte Strömungen des Nervenfluidums in allen Theilen des Muskelsystems zugleich statt, häufiger sind dieselben nur auf einzelne Muskelpartien beschränkt, wie z. B. gerade beim Tetanus, wodurch die verschiedene Arten desselben begründet werden, als der Emprosthotonus, Opisthotonus und der Pleurosthotonus, wenigstens in allen den Fällen, welche ich bis jetzt zu beobachten Gelegenheit hatte, waren die krampfhaften Contractionen des Muskelsystems nur auf einzelne grosse Partien desselben beschränkt, und nicht gleichzeitig ganz allgemein. In der Epilepsie herrschen gewöhnlich die Krämpfe in den Beugemuskeln vor. Verstärkte Strömungen des Nervenprincips in motorischen Fasern einzelner Muskelpartien oder nur einzelner Muskeln kommen übrigens bei noch andern weniger heftigen Krankheiten des Nervensystems sehr häufig vor, und zeigen mancherlei Verschiedenheiten in Bezug auf die Stärke, die Ausbreitung und die Dauer der verstärkten Strömung. In der Regel findet dann in anderen Theilen eine verminderte Strömung statt, und in Folge dieser Muskelschwäche. Bei hysterischen Personen z. B. sind oft die Strömungen nur in den Herznerven verstärkt, und man hat als vorwaltendes Symptom Herzklopfen, und dadurch bedingte Beschleunigung des Blutumlaufes; andere Male gerathen die Athemmuskeln in verstärkte Action, wodurch beschleunigtes, kurzes und ängstliches Athmen entsteht. Sind Herz- und Athemmuskeln gleichzeitig in einer solchen verstärkten Action, so können daraus die heftigsten Zufälle, als Angst, Beklemmung, Schwäche, die sich oft bis zur Ohnmacht steigern, hervorgehen; diese Erscheinungen treten oft schnell auf, verschwinden aber auch nicht selten eben so schnell wieder, bald von selbst, bald durch Darreichung von Mitteln, von welchen man gerade eine Vermehrung dieser Zufälle erwarten könnte, nämlich durch Darreichung von Reizmitteln, namentlich flüchtiger Art, als mancher Weine, der Aetherarten, der ein ätherisches Oel enthaltender Wurzeln und Kräuter u. s. w.; dadurch wird eine peripherische Nervenbreitung in andern Gebilden gereizt, und eine verstärkte Strömung des Nervenfluidums in dieser künstlich hervorgerufen, welche eine Abnahme oder ein gänzliches Verschwinden der krankhaft verstärkten zur Folge hat. Durch

Vermittlung der Centraltheile können diese örtlichen Strömungen oft schnell ihren Ort wechseln, an einer Stelle verschwinden und an einer andern auftreten, so dass man abwechselnd hinter einander bald in diesem, bald in jenem Theile eine krankhaft gesteigerte Muskelaction wahrnimmt. Oefters kommt es auch vor, dass eine weiter ausgebreitete verstärkte Strömung zuerst nur an einem beschränkten Orte auftritt, und dann von hier aus sich allmählig weiter verbreitet, und zuletzt mit fast allgemeinen Krämpfen endet. Welche Ordnung bei einer solchen Wechslung des Ortes oder einer solchen Weiterverbreitung die Strömung des Nervenfluidums befolgt, ist schwer zu bestimmen; von den Aerzten hat man darüber noch wenig Aufschluss erhalten, sie hängt aber unstreitig ab von den gegenseitigen lokalen Verhältnissen der einzelnen Primitivfasern in den Centraltheilen, welche bis jetzt noch unbekannt sind, doch verbreitet sich der Strom wahrscheinlich am leichtesten von einem Cirkel motorischer Fasern zu einem andern diesem am nächsten gelegenen. Nun kann es aber auch sein, und dieses ist sogar sehr wahrscheinlich, dass Primitivfasern, welche mit ihren peripherischen Enden oft weit aus einander liegen, in den Centraltheilen doch sehr nahe zusammen zu liegen kommen, wodurch dann dem oben Gesagten scheinbar widersprechende Erscheinungen hervorgebracht werden können.

Durch Vermittlung der Centraltheile geschieht es auch, dass diese Strömungen des motorischen Nervenprincips auf sensible und organische Fasern sich übertragen, und in diesen eigene Erscheinungen hervorbringen können. Diese Art der Uebertragung gehört in das Kapitel von den Reflexionserscheinungen, und soll daher hier nicht weiter erörtert werden. Durch sie wird erklärt, wie Krämpfe mit Schmerzen abwechseln können, und wie sich ein Muskelkrampf öfters durch eine Secretion lösen kann, eine Erscheinung, welche der mit den Nervenkrankheiten vertraute Patholog wohl kennt.

Dass eine ähnliche Circulation des Nervenfluidums, wie in den motorischen Nerven, so auch in den organischen Fasern des Sympathicus, dessen peripherisches Ende wir zwar noch nicht kennen, doch sehr wahrscheinlich ist, dafür spricht die immerwährende Thätigkeit des organischen Nervenprincips, welche sich beurkundet in der unausgesetzten Fortdauer mancher organischer Prozesse. In dieser Beziehung stellt sich daher eine Aehnlichkeit mit der Wirkungsweise des motorischen Nervenprincips heraus.

Wie es sich bei den Empfindungsnerven verhalten möge, darüber enthalte ich mich vor der Hand noch einer Folgerung, die anatomische Beschaffenheit des sensiblen Nervenendes muss hier den ersten Aufschluss geben. Ich erlaube mir nur so viel zu bemerken, dass wenn sich durch fernere Beobachtungen ein den motorischen Fasern ähnliches Verhalten der sensiblen ergeben würde, dieses ebenfalls mit den Erscheinungen der Empfindungsnerven sehr gut zu reimen wäre. Es würde alsdann ein ähnliches Verhältniss wie bei den motorischen Fasern stattfinden, nämlich die eine Primitivfaser, und zwar die von den Centraltheilen zu der Peripherie hingehende, würde keine Empfindung zur Folge haben, weil eine solche nur in den Centraltheilen entstehen kann, ebenso wie die von der Peripherie zu den Centraltheilen gehende motorische Faser keine Bewegungen hervorbringt, weil sie nicht zu sich bewegenden Theilen geht. Für centrifugale Strömungen in den Empfindungsnerven würden die Erscheinungen sprechen, wo die Centraltheile veranlassende Ursache sind, dass in peripherischen Theilen gewisse Empfindungen entstehen, wie dies z. B. bei

wollüstigen Empfindungen an den Geschlechtstheilen, die vom Gehirn aus angeregt worden, so augenscheinlich der Fall ist.

5) Aus der anatomischen Beschaffenheit der einzelnen Primitivfasern lässt sich, wie mich dünkt, in Bezug auf die Leitung des Nervenprincips und die Unterbrechung desselben in den Nerven Einiges folgern, welches die Erklärung mancher Erscheinungen der Art zur Folge haben könnte.

Wir wissen nämlich, dass eine einzelne Primitivfaser aus einem häutigen Schläuchchen und aus einer in diesem Schläuchchen enthaltenen dickflüssigen, fast durchsichtigen Masse, dem sogenannten Nervenmark, besteht. Nun wissen wir auch, dass nur dieses Nervenmark für das Nervenprincip Leitungsfähigkeit besitzt, indem die Leitung alsobald aufhört, wenn man die Continuität dieses Markes durch eine um einen Nerven festgezogene Ligatur aufhebt, während dann die Nervenscheide ungetrennt bleibt und daher als feuchter Leiter das galvanische Fluidum durch die Ligatur hindurch leitet, wie ich an Fröschen diesen *Humboldt'schen* Versuch öfters wiederholt habe. Da ich nun durch mikroskopische Untersuchungen der Primitivfasern in Nerven öfters gefunden habe, dass in einzelnen Primitivfasern leere Strecken, hervorgebracht durch ein Auseinanderweichen des Nervenmarks vorkommen, und dass künstlich sehr leicht durch einen Druck auf einzelne Primitivfasern das Nervenmark in denselben getrennt werden kann, ohne dass die häutige Scheide mit zerrissen wird, und dass nach aufgehobenem Drucke das Nervenmark öfters wieder zusammenfliesst, so führt mich dies zu der Ansicht, dass eine ganz oder nur theilweise vorkommende Unterbrechung der Leitung des Nervenprincips, so häufig hervorgebracht durch äussern Druck auf die Nerven, erklärt werden kann durch ein solches nur vorübergehendes Auseinanderweichen des Nervenmarkes in einzelnen Primitivfasern, welches nach Aufhebung des Druckes bald schneller, bald langsamer, besonders unter Begünstigung von Bewegung des Theiles, wieder zusammenfliesst, so wieder eine zusammenhängende Masse bildet und das Nervenprincip nun ungehindert weiter leitet. Darauf scheint mir z. B. das sogenannte Einschlafen der Glieder zu beruhen, welches die Folge eines stärkeren, anhaltenden Druckes auf oberflächlich liegende Nervenstämme ist. Daher kommt auch wohl die Verminderung oder gänzliche Aufhebung der Empfindung eines Theiles durch ein fest angelegtes Tourniquet um denselben, wie man es bei Amputationen häufig beobachten kann; und manche Nervenlähmungen haben ihren Grund gewiss nur in einer solchen Unterbrechung des Nervenmarkes in den Primitivfasern, bedingt durch eine quantitative oder qualitative fehlerhafte Beschaffenheit desselben, woraus sich denn auch erklären lässt, warum heftige Erschütterungen, z. B. durch Brechmittel, oft einen so wohlthätigen Einfluss auf Lähmungen ausüben. Mikroskopische Untersuchungen der Nerven von gelähmten Theilen müssen darüber weitern Aufschluss verschaffen.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAFEL I.

Auf dieser Tafel ist die peripherische Endigungsweise der Muskelnerven, so wie ich sie in den Bauchmuskeln von Fröschen gesehen habe, abgebildet.

TAFEL II.

Fig. 1. Primitivfaser eines Nerven, aus deren abgeschnittenem Ende das Nervenmark in Form eines Klümpchens heraustritt.

Fig. 2. Primitivfaser eines Nerven, in welcher das Nervenmark durch Trocknen derselben etwas undurchsichtiger geworden ist und sich zusammengezogen hat, daher sieht man dunklere, mit Nervenmark angefüllte, und helle, leere Stellen derselben.

Fig. 3. 4. Zwei Primitivfasern, welche an einer Stelle etwas verengert zusammengezogen sind.

Fig. 5. Zellgewebfaser, zur Vergleichung mitgetheilt.

Fig. 6. Kleineres Blutgefäss, ebenfalls zur Vergleichung mitgetheilt.

Fig. 7. 8. 9. stellen Nervenstränge dar, welche eine verschiedene Menge von Primitivfasern enthalten. Je mehr ein solcher Strang Primitivfasern enthält, desto näher bei einander liegen die auf seiner Oberfläche wahrnehmbaren Linien, wie Fig. 7 darstellt. Je weniger Primitivfasern aber ein solcher Strang enthält, desto deutlicher sind die einzelnen Primitivfasern, indem sie mehr in der Fläche ausgebreitet neben einander liegen, wie Fig. 8 und 9 zeigen. — Zugleich ist durch diese Figuren die verschiedene Theilungsweise der Nervenstränge und der Abgang einzelner Primitivfasern angegeben.

Fig. 10. stellt drei neben einander getrennt verlaufende Primitivfasern dar.

Fig. 11. 12. Auf diesen beiden Figuren ist das scheinbare Verschwinden der Primitivfasern entweder quer vor den Muskelfibern (Fig. 11), oder indem sie parallel mit denselben verlaufen (Fig. 12), dargestellt.

Fig. 13. Ein Stück vom Nervus ischiadicus eine Frosches, welcher an verschiedenen Stellen durch Behandlung mit Salzsäure Einschnürungen erhalten hat.

Fig. 13. Eine eigene Art von Primitivfaser, welche ich hie und da neben andern gewöhnlichen Primitivfasern ebenfalls in den Muskeln von Fröschen gesehen habe; sie erscheint wie gegliedert.

Fig. 15. Kolbenförmige Körper, welche ich in dem obern Theile des Rückenmarks eines Kaninchens entdeckt habe.

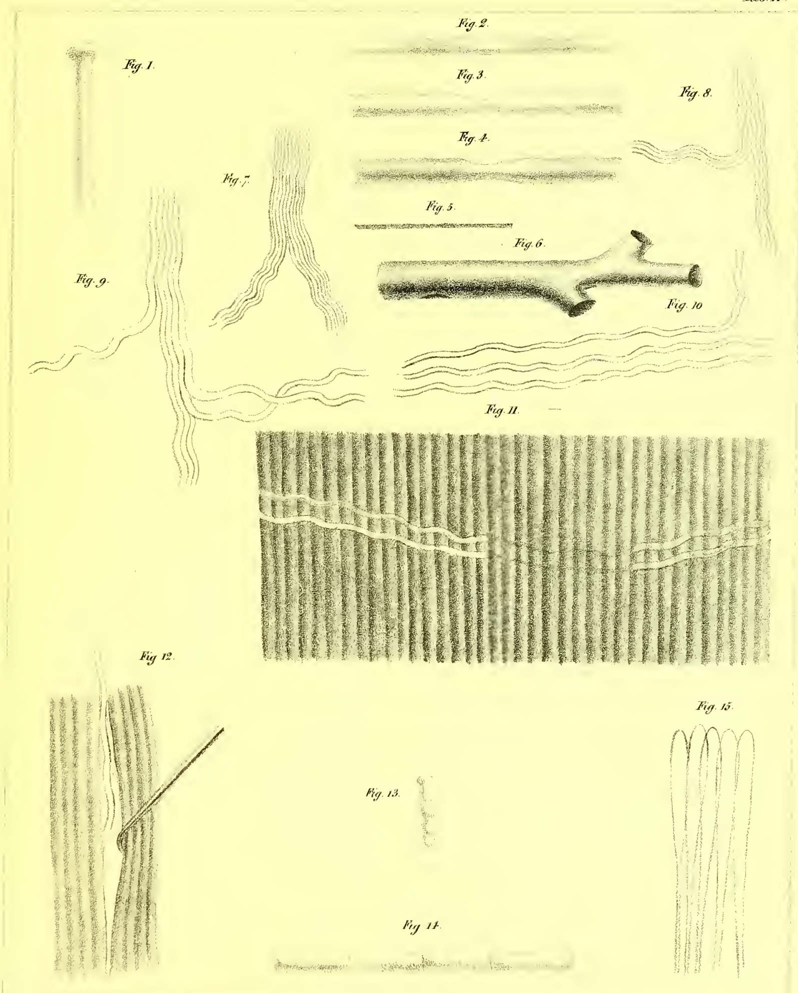
Gedruckt bei C. A. Jenni in Bern.

Tab. I.



Dr. C. Emmert del.

v. Arx lith



Dr. C. Emmert del.

Lith. v. Wagner